

Arbeitsmedizinische Probleme in Betrieben der Herstellung und Weiterverarbeitung von Sprengstoffen

von
Manfred Rauh
aus
Neumarkt/Opf.

Aus dem Institut für Arbeits- und Sozial-Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. H. Valentin

Arbeitsmedizinische Probleme in Betrieben der Herstellung und Weiterverarbeitung von Sprengstoffen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Manfred Rauh
aus
Neumarkt/Opf.

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Professor Dr. E. Wetterer
Referent: Professor Dr. H. Valentin
Korreferent: Professor Dr. E. Rügheimer

Tag der mündlichen Prüfung: 31. Juli 1968

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Herrn Professor Dr. med. F. K o e l s c h danke ich für die Überlassung des Themas und für seine wertvollen Hinweise zur Ausführung der Arbeit.

Herrn Professor Dr. med. H. V a l e n t i n bin ich für die Übernahme der Arbeit, seine Ratschläge und die mir zuteil gewordene Förderung zu Dank verpflichtet.

Herrn Regierungsmedizinaldirektor Dr. med. T h ü r vom Bayerischen Landesinstitut für Arbeitsmedizin, Zweigstelle Nürnberg, danke ich für seine Hinweise und seine Unterstützung bei der Auswertung der Ergebnisse.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. Einleitung	1
B. Aufgabenstellung	1
C. Beschreibung des Untersuchungsgebietes	
I. geschichtlicher Rückblick	2
II. eigene Erfahrungen	
1) Art der hergestellten Sprengstoffe, chemische Ausgangsstoffe	9
2) Möglichkeiten der Gefährdung, Toxikologie	17
3) Prophylaxe	28
4) Ergebnisse: Erkrankungsfälle	36
D. Untersuchungsergebnisse anderer Autoren und Vergleich mit eigenen Ergebnissen	41
E. Zusammenfassung	46
F. Literaturverzeichnis	48
G. Anhang	51

A. Einleitung

In der Sprengstoffindustrie, einem Zweig der chemischen Industrie, gelangt eine Reihe von Substanzen zur Verarbeitung, die für den menschlichen Organismus gesundheitsschädlich sind.

Die Fabrikation der Sprengstoffe besteht aus der chemischen Herstellung der reinen Explosivstoffe und aus Aufbereitungs-, Misch- und Formgebungsvorgängen. Dies erfordert eine besondere sorgfältige chemisch-physikalische und arbeitstechnische Kontrolle und untersteht einer behördlichen Genehmigungspflicht und Überwachung. Innerhalb derselben ist der Schutz für Gesundheit und Leben der Beschäftigten besonders geregelt.

In früherer Zeit achtete man noch nicht so sehr auf die Einhaltung bestimmter Sicherheitsvorschriften. Zudem war die Giftigkeit der Stoffe noch wenig erforscht. Zahlreiche Vergiftungsfälle und eine beachtliche Anzahl von Todesfällen in der Vergangenheit, aber auch immer wieder neu gemeldete Erkrankungen beim Umgang mit diesen Stoffen sind Beweis und Mahnung, geschaffene und bestehende Sicherheitsvorkehrungen bei der Herstellung und Verarbeitung von Sprengstoffen ständig zu überprüfen und dem neuesten Stand der Technik anzupassen.

B. Aufgabenstellung

Die Notwendigkeit und die Bedeutung der Sicherheits- und Gesundheitsvorschriften in der Sprengstoffindustrie soll durch diese Arbeit unterstrichen werden, nicht zuletzt auch aufgrund einer neueren Dissertation von U. Hilbert--Bonn über "Erkrankungs- und Todesfälle durch gewerbliche Vergiftungen mit nitroglykolyhaltigen Sprengstoffen".

Nach einem Rückblick auf richtungsweisende Untersuchungsergebnisse aus der Zeit des Ersten Weltkrieges soll die Weiterentwicklung der prophylaktischen Maßnahmen bei der Sprengstoffherstellung während des Zweiten Weltkrieges dargestellt werden.

Die Problematik und die Schwierigkeiten bei der Sprengstoffherstellung und -weiterverarbeitung soll durch eigene Beobachtungen und Erfahrungen verdeutlicht werden. Diese konnte ich mehrere Monate als Werkstudent in einem Herstellungsbetrieb und bei Besichtigungen mit dem Staatlichen Gewerbearzt in einem Weiterverarbeitungs-
werk machen.

Darüber hinaus sollen Ergebnisse aus Reihenuntersuchungen von Beschäftigten in Sprengstoffbetrieben die technologischen, arbeitsmedizinischen und die daraus folgenden prophylaktischen Probleme vor Augen führen.

C. Beschreibung des Untersuchungsgebietes

I. Geschichtlicher Rückblick:

Durch den 1. Weltkrieg stieg der Verbrauch an Sprengstoffen sprunghaft an. Eine vermehrte und beschleunigte Produktion ging auf Kosten der Sicherheitsmaßnahmen bei der Herstellung. In den Fabriken kam es zu zahlreichen An- und Vergiftungen der Beschäftigten. Das führte schließlich zu Streikandrohungen der Munitionsarbeiter in Bayern.

Der Bayerische Landesgewerbearzt Prof. Dr. F. K o e l s c h wurde einer Kommission zugeordnet, die diese Vorkommnisse zu untersuchen hatte. Prof. Dr. Koelsch schilderte mir die damalige Situation mit folgenden Worten:

"Mitte Mai 1915 lag ich an der französischen Front im Schützengraben, als gegen Mitternacht von einem Meldereiter mein Name ausgerufen wurde. Er teilte mir den Befehl des Generalkommandos mit, umgehend und auf schnellstem Wege nach München zurückzukommen. Ein Grund für diese überraschende Rückberufung war nicht bekannt. Als ich in einer beschwerlichen Fahrt diesem Befehl Folge geleistet hatte, wurde mir von der Dienststelle mitgeteilt, daß es sich um die ärztliche Überwachung der Munitionsarbeiter in Bayern handelt. Bei diesen seien schwere Vergiftungen vorgekommen, die zu Streikandrohungen der Munitionsarbeiter geführt hatten. So bekam ich Gelegenheit, als Mitglied einer Sonderkommission des Munitionsbeschaffungsamtes bis zum Kriegsende laufend die einschlägigen Munitionsfabriken und chemischen Werke zu besuchen und die dortigen Arbeiter ärztlich zu überwachen."

Die Stoffe, um die es sich dabei handelte, gehören zu den sogenannten aromatischen Nitroverbindungen: Das sind die nitrierten Abkömmlinge des Benzols und seiner Homologen Toluol, Xylol, Cumol, des Phenols und Naphthalins. Bis dahin war ihre medizinische Beurteilung noch ziemlich lückenhaft; die Sammel-literatur gab weder hinsichtlich der Giftigkeit noch der Giftwirkung der verschiedenen Substanzen eine vollkommen befriedigende Auskunft. Meist wurden entweder nur einzelne dieser Stoffe (z. B. Nitro- oder Dinitrobenzol und Pikrinsäure) behandelt, die anderen völlig ignoriert, vielfach wurden alle "aromatischen Nitrokörper" als einheitlich wirkende giftige Stoffe abgetan. Nur selten gab es kurze Hinweise auf Verschiedenheit in der Wirkungsweise der einzelnen nitrierten Teerabkömmlinge, die dazu meist nur auf Tierversuchen begründet waren, während Erfahrungen aus der industriellen Praxis, die allein eine sichere Grundlage für die gewerbehygienische Beurteilung geben können, fast nirgends zu finden waren.

Koelsch hatte ausgiebig Gelegenheit, über die verschiedenen Nitroverbindungen Erfahrungen aus der Praxis zu sammeln, die er teilweise durch Tierversuche ergänzen konnte. Er fand dadurch doch erhebliche Verschiedenheiten in der Giftigkeit und Giftwirkung der einzelnen Substanzen, welche eine scharfe Trennung der einzelnen Abkömmlinge rechtfertigte.

Eine Zusammenfassung seiner "gewerbehygienischen Erfahrungen aus der bayerischen Rüstungsindustrie" ist sehr aufschlußreich: In 16 privaten und 2 militärischen Füllwerken mit 1600 bis 1700 Arbeitern (davon bis zu 950 Frauen) wurden Granaten mit festen und flüssigen aromatischen Nitrosprengstoffen gefüllt. Bis Herbst 1915 verwendete man zunächst nach dem S t a m p f - v e r f a h r e n den Sicherheitssprengstoff "F r a m". Seine Zusammensetzung: 80 % A m m o n s a l p e t e r, 20 % D i n i t r o b e n z o l wurden mittels Hammer und Stempel in die Granathülsen eingeschlagen.

Zahlreiche Vergiftungsfälle (von Anfang 1915 bis Ende 1915 waren es rund 400) ließen vom Dinitrobenzol abkommen und zu D i n i t r o t o l u o l übergehen. Bei Verwendung dieses Stoffes kamen schwere Vergiftungen kaum mehr vor. Ab Mitte 1915

wurde das sog. Gießverfahren eingeführt, wobei die Granaten mit zusammengeschmolzenem Trinitrotoluol mit Ammonsalpeter im Verhältnis 60 : 40 gefüllt wurden.

Ab Ende 1916 begann man mit der Errichtung der Dinitrobenzolfüllwerke. Dort waren 400 Arbeiter beschäftigt, davon etwa 100 weibliche.

Ab Anfang 1917 wurden noch zusätzliche Preßwerke zur Herstellung von Sprengladungen aus Pikrinsäure und Trinitronaphthalin eingerichtet. Dort arbeiteten etwa 1000 Beschäftigte, davon etwa 700 Frauen.

Dazu bestanden noch Füllwerke für Nahkampfmittel (Handgranaten usw.) mit 700 bis 800 Arbeitern, davon 600 weiblichen.

Die durchschnittliche Zahl der gemeldeten Vergiftungen durch Dinitrobenzol lag in einem Betrieb bei 14,7 % monatlich, in einem zweiten Betrieb bei knapp 50 %. Hierbei war sicher ein besonderes Füllverfahren die Ursache dieser hohen Quote.

Die technischen Einrichtungen beider Betriebe waren durchaus befriedigend und wurden laufend verbessert. Mitkrankmachende Einflüsse, die auf persönlicher Disposition, erhöhten Lufttemperaturen und Alkoholgenuß beruhten, waren deutlich erkennbar.

Was den Gesundheitszustand der mit Trinitrotoluol beschäftigten Arbeiter betraf, so kamen nur einige leichte akute Vergiftungen vor. Todesfälle durch TNT gab es nicht.

Höchst beachtlich sind gegenüber diesen relativ günstigen Beobachtungen aus der deutschen Rüstungsindustrie die Erfahrungen aus der französischen und englischen, z. T. auch aus der amerikanischen. Natürlich waren die Erfahrungen mit den nitrierten Benzolen in allen Ländern negativ gewesen -- wie dies der hohen Giftigkeit des Dinitrobenzols entspricht. Dagegen waren die Beobachtungen über die Vergiftungen durch Trinitrotoluol (TNT) wesentlich verschieden. Wie bereits oben angedeutet, waren in Deutschland schwere Vergiftungen bzw. Todesfälle nicht vorge-

kommen -- während aus den erwähnten Ländern eine erhebliche Zahl schwerer Vergiftungen mit zahlreichen Todesfällen mitgeteilt worden war.

So standen im amtlichen Bericht in England bis zum Herbst 1916 150 Erkrankungen mit 50 Todesfällen durch TNT verzeichnet. Der Grund für diese Unterschiede in der Zahl und Schwere der Vergiftungen dürfte wohl der gewesen sein, daß im Ausland mehr verunreinigte Chemikalien, vermutlich auch mit geringerer Vorsicht, verarbeitet worden waren. Möglicherweise könnte auch die Art der Ernährung bei der Häufung der schweren Leberschädigungen mitgewirkt haben.

Die Erfahrungen mit T r i n i t r o n a p h t h a l i n waren in Deutschland gewerbehygienisch durchaus günstig; nennenswerte Gesundheitsschädigungen sind weder bei der Herstellung noch beim Einfüllen der Sprengstoffgemische beobachtet worden.

Auch durch die P i k r i n s ä u r e kam es zu keinen eigentlichen Vergiftungen. Beobachtet wurden hin und wieder leichte bis mittelschwere Angiftungen.

Seine eingehenden Untersuchungen über die Toxikologie der damals gebräuchlichen Sprengstoffe in Anlehnung an umfangreiche Beobachtungen und Erfahrungen aus der Praxis publizierte Koelsch in einer Reihe von empirisch-wissenschaftlichen Arbeiten, die im Literaturnachweis angeführt sind.

E i n t e i l u n g d e r d a m a l s g e b r ä u c h l i c h e n S t o f f e :

1) D i e n i t r i e r t e n B e n z o l e

- | | |
|-------------------|------------------|
| a) Nitrobenzol | $C_6H_5NO_2$ |
| b) Dinitrobenzol | $C_6H_4(NO_2)_2$ |
| c) Trinitrobenzol | $C_6H_3(NO_2)_3$ |

2) D i e n i t r i e r t e n T o l u o l e

- | | |
|--------------------|----------------------|
| a) Mononitrotoluol | $C_6H_4(NO_2)CH_3$ |
| b) Dinitrotoluol | $C_6H_3(NO_2)_2CH_3$ |
| c) Trinitrotoluol | $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$ |

3) Die nitrierten Naphtaline

- a) Mononitronaphthalin $C_{10}H_7NO_2$
- b) Dinitronaphthalin $C_{10}H_6(NO_2)_2$
- c) Trinitronaphthalin $C_{10}H_5(NO_2)_3$
- d) Tetranitronaphthalin $C_{10}H_4(NO_2)_4$

4) Die nitrierten Phenole

hier vor allem:

Trinitrophenol (= Pikrinsäure) $C_6H_2(NO_2)_3OH$

- 1) Die nitrierten Benzole erweisen sich als starke Gifte. Die Giftwirkung des Mono-, Di- und wahrscheinlich auch des Trinitrobenzols ist in etwa die gleiche. Vom praktisch-ärztlichen Standpunkt aus und auch für die Zwecke der gewerbehygienischen Beurteilung und Überwachung erscheint es zweckmäßig, die genannten nitrierten Benzole als gleichartige Gifte zusammenzustellen und zu behandeln. Der giftigste Stoff ist das Dinitrobenzol. Seine Wirkung auf den Blutfarbstoff und auf das Blut ist stärker und nachhaltiger als bei allen anderen aromatischen Nitroverbindungen.
- Sie sind in erster Linie **B l u t g i f t e**, die eine Schädigung der roten Blutkörperchen und eine Herabsetzung der Sauerstoffbindung (Methämoglobin-Bildung) bewirken. Die weiteren Vergiftungserscheinungen sind Folgen des Sauerstoffmangels bzw. der Beeinträchtigung der "inneren" Atmung. Hinzu kommen Schädigungen des Zentralnervensystems. Die Krankheitserscheinungen werden durch die Wirkungsweise des "Blutgiftes" erklärt: Durch den Mangel an sauerstoffreichem Hämoglobin schimmert das venöse Blut an der Gesichtshaut, den Nägeln und Schleimhäuten bläulich-rot durch, was als Cyanose imponiert. Beide Momente bedingen ferner Störungen der Sauerstoffaufnahme, als deren Folge die Allgemeinsymptome, besonders Dyspnoe und Reizerscheinungen des Zentralnervensystems auftreten.
- In "Krankheitsbilder und Todesursachen bei Dinitrobenzol-Arbeitern" berichtet Koelsch von 14 Todesfällen durch diesen Stoff. Die nitrierten Benzole müssen so als recht gefährliche Gifte angesehen werden, bei deren Verarbeitung ganz besondere Vorsicht und strenge Schutzmaßnahmen erforderlich sind.

- 2) Die nitrierten Toluole werden im folgenden bei der Toxikologie der aromatischen Nitroverbindungen noch näher besprochen.

Durch nitrierte Toluole konnten nur wenige und geringfügige Schädigungen beobachtet werden. Erst bei der Verarbeitung unreiner Produkte traten Vergiftungserscheinungen auf. Die Monoverbindung hat wenig praktische Bedeutung, meist verwendet wird das Trinitrotoluol.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß eine **a k u t e** Gefährdung durch Trinitrotoluol relativ gering ist. Bei der chronischen Vergiftung werden Leberschädigungen mit toxischem Ikterus und Ausgang in gelbe Leberatrophie beobachtet. Daneben finden sich lokale Reizwirkungen durch den Staub in Form von Schnupfen mit Niesreiz, Bronchitis mit Husten und Brustbeklemmung, ferner auf der Haut neben der Gelbbraunverfärbung auch Erytheme oder Ekzeme.

- 3) Die nitrierten Naphthaline

Sie erwiesen sich in der Praxis als ungiftig und harmlos. Diese Erfahrung wurde durch eine größere Anzahl von Tierversuchen durch Koelsch bestätigt.

Die nitrierten Naphthaline sind demnach als gewerbehygienisch harmlose, ungiftige Körper zu bezeichnen.

- 4) Das Trinitrophenol (= Pikrinsäure) ist in Art und Menge, wie es in Munitionsbetrieben verwendet wurde, eine relativ harmlose Substanz. Nennenswerte Gesundheitsstörungen konnten bei einem reichen Beobachtungsmaterial nie festgestellt werden.

Bei besonderer Empfindlichkeit der Arbeiter können vorübergehend leichte Reizerscheinungen, wie Brennen in den Augen, in Nase und Rachen, Hautausschläge, Magendrücken und Appetitlosigkeit erzeugt werden.

Bekannt und charakteristisch für Pikrinsäurearbeiter ist die Gelbbraunverfärbung der Haut und Haare (Xanthoproteinreaktion).

Ähnliche Verhältnisse wie zur Zeit des 1. Weltkrieges konnten mit Ausbruch des 2. Weltkrieges wieder: enorm erhöhter Sprengstoffbedarf, Produktion um jeden Preis. Das wirkte sich bis zum Ende abermals negativ auf die Gesundheit der Sprengstoffarbeiter aus. Durch den Kriegseinsatz der erwachsenen Männer bestand die Belegschaft der Sprengstoffbetriebe zum großen Teil aus Frauen, Jugendlichen, älteren und nichtkriegsdienstfähigen Personen. Die Giftigkeit der einzelnen Stoffe war jetzt bekannt. Durch Tierversuche konnte Groß die Giftwirkung von Nitroglyzerin und Nitroglykol und von Hexogen experimentell dokumentieren.

Vergiftungsfälle in mehreren Fabriken, hauptsächlich durch Nitroglyzerin und Nitroglykol, Dinitrobenzol, Trinitrotoluol und Hexogen, schafften Unruhe unter den Arbeitern. Das führte zu einer verstärkten Aktivität der Fabrikärzte. Es ist kriegsbedingt, daß keine vollständig genauen Zahlenangaben über Erkrankungs- und Todesfälle zu ermitteln sind. Doch bei einer geheimen Tagung der Fabrikärzte aus der Sprengstoffindustrie im Dezember 1940 wurden folgende Zahlen angeführt:

Nitroglykolvergiftungen:

In Deutschland: 1 Todesfall, mehrere nicht schwere Erkrankungen; (im Ausland: 41 Todesfälle, zahlreiche Erkrankungen).

Dinitrobenzolvergiftungen:

Von 30 Beschäftigten erkrankten 10.

Trinitrotoluolvergiftungen:

7 Todesfälle, durchwegs junge Mädchen;

54 schwere und 44 leichtere Erkrankungen.

Aus drei anderen Betrieben wird von "mehreren" Erkrankungsfällen berichtet.

Hexogenvergiftungen:

"mehrere" Erkrankungsfälle.

Auf Grund dieser geheimen Tagung der Fabrikärzte schaltete sich das damalige Reichsarbeitsministerium ein, um zusammen mit den Fabrikärzten geeignete Schutz- und Sicherheitsvorkehrungen für die Beschäftigten in den Sprengstoffbetrieben auszuarbeiten. Diskutiert wurden prophylaktische Maßnahmen, wie

- 1.) Verbesserung der Ernährung für Sprengstoffarbeiter und

Verabfolgung von Heilmitteln (im wesentlichen Vitamin C und Vitamin B₁ und Traubenzucker),

- 2.) Verbesserung der technischen Maßnahmen bei der Sprengstoffherstellung soweit möglich, Verbesserung bzw. Neuschaffung von Atemschutzmasken,
- 3.) Ärztliche Überwachung durch Bereitstellung von haupt- und nebenamtlichen Betriebsärzten; Einstellungs- und Überwachungsuntersuchungen; Ausschließen von Personen mit Herz- und Kreislauf-, Leber und Nierenerkrankungen, Jugendlichen, Frauen unter 23 Jahren und älteren Personen über 50.

Allgemein war man der Auffassung, daß Vergiftungen nicht zu verhindern seien. Die Prophylaxe diene der Aufrechterhaltung des allgemeinen Gesundheitszustandes, also dem Schutz gegen chronische Vergiftungen durch geringe Mengen und der Hebung des subjektiven Befindens bei Erkrankungsbeginn.

II. Eigene Erfahrungen:

1.) Art der hergestellten Sprengstoffe, chemische Ausgangsstoffe:

Als Werkstudent in einem Betrieb für Industriesprengstoffe konnte ich mich mehrere Monate lang mit allen anfallenden Arbeiten und deren Problemen befassen und vertraut machen. Dort werden sog. G e s t e i n s s p r e n g s t o f f e hergestellt, und zwar

- a) A m m o n i t e
- b) D o n a r i t e
- c) A m m o n g e l i t e.

D i e A m m o n i t e sind Ammonsalpetersprengstoffe. Sie sind frei von Nitroglyzerin- und Nitroglykol-Zusätzen, doch von ausreichender Detonationsfähigkeit und Haltbarkeit.

A m m o n i t	1	(normale Zusammensetzung)
80	%	Ammonsalpeter
17,2	%	Trinitrotoluol
2	%	Holzmehl (verhindert das Verhärten des Ammonsalpeter und wirkt lockernd)
0,3	%	Eisenoxyd
etwas		Dinitrotoluol

Herstellung: einfaches Vermischen ohne Erwärmen.
Die Mischung staubt kaum.

A m m o n i t 2

hat die gleiche Zusammensetzung wie Ammonit 1, doch mit einem Zusatz von 12,5 % Kochsalz zur "Raumfüllung".

Diese Art Sprengstoff findet vornehmlich für Flußspatgruben Verwendung.

A m m o n i t 3

wird speziell in diesem Werk hergestellt.

Durch Zusatz von Aluminium-Pulver (Pyroschliff) wird eine Steigerung der Temperatur, damit aber des Volumens und somit des Druckes des Explosionsgases erreicht (Gasgesetze von Gay-Lussac und Boyle-Mariotte!).

Donarite sind pulverförmige Sprengmittel, die hauptsächlich in Steinbruch und Bergbau Verwendung finden. Gegen mechanische Einwirkungen sind sie weitgehend unempfindlich, vor Feuchtigkeit sind sie zu schützen. Sie vereinigen eine hohe Sprengleistung mit großer Stabilität.

Die große Handhabungssicherheit erleichtert die Fabrikations- und die Transportbedingungen. Donarite sind stückgutfähig, das heißt im Bahnverkehr unbeschränkt zugelassen.

C h e m i s c h e Z u s a m m e n s e t z u n g

Ammonsalpeter:	bis 80 %
Trinitrotoluol:	bis 12 %
Nitroglyzerin bzw.	
Nitroglykol:	4 bis 6 %
Holzmehl:	2 bis 3 %
<u>Zusätze von:</u>	
Dinitrotoluol	
Kollodiumwolle	
Natronsalpeter	
Eisenoxyd	

Je nach dem Gehalt an Nitroglyzerin/Nitroglykol (im Verhältnis 60 : 40) unterscheidet man:

D o n a r i t 4 % einen Normalsprengstoff für alle Gesteinssprengungen.

D o n a r i t 6 % speziell für Kaliwerke.

A m m o n g e l i t e sind sehr handhabungssichere gelatinöse Sprengstoffe mit fast dynamitgleicher Sprengleistung. Sie sind praktisch ungefrierbar.

Wegen ihrer gegenüber den Gelatinedynamiten wesentlich geringeren Empfindlichkeit gegen Schlag, Reibung und Ungefährlichkeit bei Brand sind sie in beliebiger Menge stückgutfähig.

Durch aromatische Nitrokörper (Di- und Trinitrotoluol) werden die Gelite phlegmatisiert.

Je nach ihrem Gehalt an Nitroglykol werden sie als

A m m o n g e l i t 1 (= 38 % Nitroglykol)

A m m o n g e l i t 2 (= 28-29 % Nitroglykol)

A m m o n g e l i t 3 (= 20-22 % Nitroglykol)

bezeichnet.

C h e m i s c h e Z u s a m m e n s e t z u n g

Nitroglykol: 20 - 40 % (je nach Art)

Ammonsalpeter: bis 55 %

Di- und Trinitrotoluol: 11 %

Natronsalpeter: 6 %

Holzmehl: 2 %

Zusätze, je nach Art, von

Kollodiumwolle

Eisenoxyd

P r o d u k t i o n s p r o z e ß:

Äthylenglykol wird in kontinuierlichem Verfahren nach Biazzi in geschlossener Apparatur mit Nitriersäure (Gemisch von Salpetersäure/Schwefelsäure) zu Dinitroglykol nitriert. Für Donarit wird gleich das Gemisch Glykol/Glyzerin nitriert.

Nach Beendigung des Nitrierprozesses wird der nitrierte Anteil, das "Sprengöl", von der Abfallsäure geschieden. Aus dieser werden durch die Nachscheidung die letzten Spuren von emulgiertem Sprengöl entfernt. Die Säure läuft in die Denitrierung, wo sie wieder in Schwefel- und Salpetersäure geschieden wird. Das Sprengöl selbst wird im Waschhaus neutral gewaschen, durch einen kleinen Scheider und NaCl-Salz-Filter gelangt es ins Mischhaus.

In den Mischhäusern wird das Sprengöl mit den übrigen Zusätzen der Sprengstoffe vermengt und zu gelatinösen oder pulverförmigen Sprengstoffen verarbeitet.

Mit Karren wird das Material von den Zwischenlagern in die Patronierhäuser gefahren, wo der Sprengstoff mittels halb- bzw. vollautomatischer Patronier-Automaten in Polyäthylen- oder auch Papierhüllen gefüllt wird.

Die gefüllten Hüllen werden in den Packhäusern paraffiniert, in Kisten verpackt, gestempelt etc. und gelangen ins Magazin zum Versand.

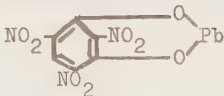
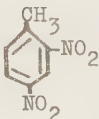
Hinsichtlich der Art der Gefährdung und Gesundheitsschädigung kommen folgende Arbeitsplätze in Betracht:

- 1.) M i s c h h a u s. Inhalation aufsteigender Dämpfe von Dinitroglykol, Trinitrotoluol. Hier ist infolge des sich in 20-minütigen Abständen wiederholenden Arbeitsprozesses, ebensolange dauert die Aufarbeitung einer Sprengstoffcharge, eine größere, ständige und intensivere Abdunstungsmöglichkeit gegeben. Die größere körperliche Anstrengung der Beschäftigten begünstigt die Giftstoffaufnahme. Die körperliche Arbeit beim Vermengen mit Holzrechen und beim Umfüllen in Transportbehälter steigert das Atemminutenvolumen und damit die Menge der inhalierten Dämpfe.
- 2.) L a g e r. Hier erfolgt das Ab- und Umfüllen der Stoffe. Somit haben wir hier ähnliche Verhältnisse wie unter Punkt 1.
- 3.) P a t r o n i e r h a u s. Dort kommen die Beschäftigten im allgemeinen wegen der Automatisierung des Arbeitsvorganges mit dem Sprengstoff nicht direkt in Berührung. Beim Beschicken und beim Reinigen der Automaten, was zu jedem Schichtende bzw. bei Umstellung auf einen anderen Sprengstoff erfolgen muß, ist ein Kontakt unvermeidlich.

Als zweites konnte von mir ein Weiterverarbeitungs-
betrieb für militärische Sprengstoffe besich-
tigt werden. Der von auswärts bezogene, fertige Sprengstoff wird
hier in Geschoßkörper bzw. Granaten gefüllt, gepreßt und auch
zu "Preßlingen" verarbeitet. Die hierbei verwendeten Spreng-
stoffe gehören in die Gruppe der sog. Sekundär-
sprengstoffe, d.h. sie müssen durch einen Initial-
sprengstoff erst zur Explosion bzw. Detonation gebracht werden.
Die Geschoße werden dazu mit einem Zündstoff versehen. Zwischen
Zündladung und Hauptladung ist vielfach noch eine Verstärker-
ladung eingebracht, welche die Zündung der Hauptladung gewähr-
leisten soll.

Als Initialsprengstoff wird hier Blei-
azid in Verbindung mit Bleitritroresor-
zinat verwendet. Durch Stoß, Schlag oder Erwärmung wird
der Zündstoff leicht zur Detonation gebracht. Dabei bringt
er die schwerer entzündlichen Sprengstoffe über die Verstärker-
ladung zur Explosion bzw. Detonation. Als Verstärker-
ladung dient Oktogen und Nitropenta,
für die Hauptladung werden die Sprengstoffe
Tetryl und Hexal verwendet. Hexal ist ein Gemisch
von Hexogen und Aluminiumpulver (Pyroschliff) im Verhältnis
60 : 40 mit einem Zusatz von 3 % Wachs, das zugleich als
Phlegmatisierungs- und Bindemittel dient. Dadurch ist das
Stauben des pulverförmigen Sprengstoffes wesentlich ver-
ringert.

Zusammenstellung verwendeter Substanzen:

Stoff: =====	Formel: =====	Chemische Eigenschaften: =====
<u>Ammonsalpeter:</u> (Ammoniumnitrat)	NH_4NO_3	durchsichtige, farblose, an Luft zerfließende Kristalle. Smp. $169,5^\circ$. Die Sprengwirkung ist nicht sehr heftig. Der Vorteil hierbei: bei Steinkohlensprengung (dazu wird NH_4NO_3 verwendet) fallen nicht Gries, sondern große Stücke an. Außerdem ist die Explosionstemperatur so niedrig, daß kaum die Gefahr einer Grubengas- oder Kohlenstaubentzündung besteht. Neben Nitroglyzerin bzw. Nitroglykol wichtigster Rohstoff für gewerbliche Sprengstoffe.
<u>Bleiazid:</u>	$\text{Pb}(\text{N}_3)_2$	farblose Kristalle, stoßempfindlich, unlöslich in Wasser, beständig gegen Wärme und Feuchtigkeit, Verpuffungstemperatur 330°C . Ist der meist verwendete Initialsprengstoff. Zur Verbesserung der Entzündbarkeit setzt man ihm das leichter entzündliche Bleitrinitroresorzinat zu.
<u>Bleitrinitroresorzinat:</u> (Trizinat)		gelb-braune, explosive Kristalle, stoß- und zündempfindlich; als Beimengung für Bleiazidkapseln; in Wasser fast unlöslich, wenig löslich in Aceton und Äthanol. Verpuffungstemperatur 275°C - 280°C .
<u>Caput mortuum:</u> (Eisenoxyd)	Fe_2O_3	rotes Pulver, totgebranntes Eisenoxyd, ungiftig, hart, unlöslich. Dient als Färbemittel. (Gesteinssprengstoffe müssen rot sein!).
<u>Dinitrotoluol:</u> (DNT)		gelbe Nadeln, in Wasser kaum, in Alkohol und Äther schwer löslich. Smp. 71° . Zu energiereich, um für sich allein als Sprengstoff verwendet zu werden. Meist zusammen mit TNT.

Stoff:

=====

Formel:

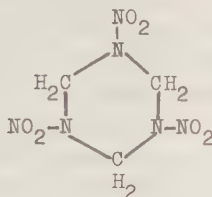
=====

Chemische Eigenschaften:

=====

Hexogen:

(Cyclotrimethylentrinitramin)



farblose, geruch- und geschmacklose Kristalle, Smp. 202°C. In Wasser nur sehr wenig (bei 20° etwa 0,01 %, bei 100° 0,1 %), in Alkohol schwer, in Aceton gut löslich. Ein Stoff, in welchem hohe Sprengkraft und Brisanz mit hervorragender chemischer Stabilität und relativer Unempfindlichkeit gegen mechanische Beanspruchung gepaart ist. Eines der wichtigsten militärischen Sprengmittel.

Holzmehl:

Kollodiumwolle:

niedrig nitrierte Zellulose, Gemenge verschiedener Nitrierstufen. Enthält 12,3 % Stickstoff. Löslich in einer Alkohol/Äthermischung. Bringt Sprengstoffe in gelatinöse Form.

Natronsalpeter:

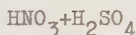
(Natriumnitrat)



farbloses, hygrokopisches Salz, in Wasser sehr leicht löslich, Smp. 317°. Dient als Sauerstoffträger in gewerblichen Sprengstoffen.

Nitriersäure:

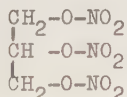
(Salpeter- u. Schwefelsäure)



ein Gemisch aus beiden konz. Säuren von wechselnder Zusammensetzung. Dient zur Einführung von NO₂-Gruppen. H₂SO₄ bindet beim Nitrieren entstehendes Wasser, da sonst der Nitriervorgang durch Hydrolyse gestört wird.

Nitroglyzerin:

(Glycerintrinitrat)



ölige, geruchlose, schwach gelbliche Flüssigkeit, Smp. bei 2 bzw. 13°C (2 Modifikationen!), sehr giftig schon in kleinen Mengen. Explosiv auf Schlag, Stoß, Erschütterung, plötzliche Erhitzung. Wasserunlöslich, löslich in Alkohol und Äther. Wichtigster und meist gebrauchter Sprengstoffbestandteil. Zusammen mit Nitroglykol ist es Grundsubstanz der gelatinösen gewerblichen Sprengstoffe.

Stoff:

=====

Formel:

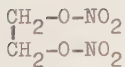
=====

Chemische Eigenschaften:

=====

Nitroglykol:

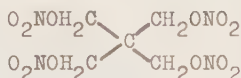
(Dinitroglykol,
Äthylenglykol-
dinitrat)



eine klare, farblose Flüssigkeit, die merkllich flüchtig ist. Es ist viermal wasserlöslicher als Nitroglyzerin. Da es dünnflüssiger ist als Nitroglyzerin, ist es unempfindlicher und etwas handhabungssicherer. Der Gefrierpunkt liegt weit unter 0°, Smp. -22°C. Daher können Sprengstoffe durch Nitroglykol vor dem Einfrieren geschützt werden.

Nitropenta:

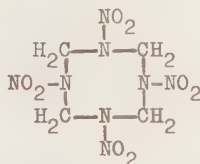
(Pentaerythrit-tetranitrat,
Penta, Nitropentaerythrit)



farblose Kristalle, schlagempfindlich, unlöslich in Wasser, löslich in Aceton; chemisch sehr stabil, Smp. 141,3°C. Einer der kräftigsten und brisantesten Sprengstoffe.

Oktogen:

(Tetramethyletetrani-
tramin)

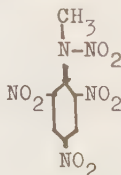


farblose Kristalle; liegt in 4 polymorphen Formen vor, in Wasser unlöslich, löslich in Aceton. Entsteht als Nebenprodukt bei der Hexogenherstellung, die sonstige Gewinnung ist sehr aufwendig und lohnt eine Herstellung wenig.

Ist dem Hexogen in seiner Art nahe verwandt. Smp. 282°C.

Tetryl:

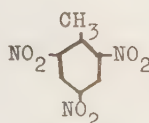
(Tetranitromethylanilin,
Trinitrophenylmethylnitramin)



schwache Base von gelblich-weißer Farbe, in Wasser nahezu unlösliche Kristalle, giftig. Smp. 128-131°C. Löslich in Benzol. Es ist die sprengkräftigste aromatische Nitroverbindung für die militärische Sprengtechnik.

Trinitrotoluol:

(TNT, "Tri", "Trotyl")



weiße bis blaßgelbe Kristalle; Smp. 80,8°C; mit Wasserdampf schmelzbar, gut vergießbar. Stoßunempfindlich, sehr handhabungssicher. Allgemein verwendeter, wirksamer Bestandteil der meisten gewerblichen u. militärischen Sprengstoffe.

Einige der hier angeführten Sprengstoffe lassen sich aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrer toxischen Wirkung in zwei große Gruppen einreihen. Sie sind in der Liste der meldepflichtigen Berufskrankheiten nach der 6. Verordnung über Ausdehnung der Unfallversicherung auf Berufskrankheiten vom 28. April 1961 als sog. Listenstoffe genannt. Berufskrankheiten sind im weitesten Sinne alle Erkrankungen, die durch Einwirkungen gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe oder durch berufliche Tätigkeiten an der Arbeitsstätte hervorgerufen werden. Als meldepflichtige Krankheiten nach der 6. VO. gehören im Abschnitt A

"Durch chemische Stoffe verursachte Krankheiten" unter Ziffer 5 "Erkrankungen durch Nitro- oder Amidoverbindungen des Benzols oder seiner Homologen oder deren Abkömmlinge", z. B. Di- und Trinitrotoluol und unter Ziffer 16 "Erkrankungen durch Salpetersäure-Ester", z.B. Nitroglyzerin, Nitroglykol.

2.) Möglichkeiten der Gefährdung - Toxikologie:

Eine Vergiftung liegt vor, wenn der Giftstoff einen Weg in den Körper gefunden hat und von ihm aufgenommen wurde. Dies kann auf drei verschiedenen Wegen erfolgen:

- 1.) durch Inhalation, im Zusammenhang damit auch
- 2.) durch Verschlucken,
- 3.) durch die Hautresorption.

Die Aufnahme der Giftstoffe ist wesentlich auch abhängig von ihrem Aggregatzustand, d.h. ob sie als Gas, Dampf, Staub, Nebel, Tröpfchen oder Flüssigkeit vorliegen.

Für die Giftwirkung ist grundsätzlich ausschlaggebend:

- 1.) die Menge des aufgenommenen Stoffes,
- 2.) die Einwirkungsdauer und
- 3.) die persönliche Empfindlichkeit des Gefährdeten.

Durch bestimmte Stoffe kann die Giftwirkung gesteigert werden, man spricht dann von "kombinierten Vergiftungen". Als wichtigster und bedeutsamster Vertreter sei hier Alkohol genannt:

Er erleichtert die Resorption vieler Gifte und verstärkt ihre Giftwirkung.

Bei den aromatischen Nitro- und Amidoverbindungen spielt dies

eine besondere Rolle.

Über die gesundheitsschädlichen Wirkungen verschiedener Arbeitsstoffe geben die sog. MAK-Werte Aufschluß. Doch sei gleich vorausgeschickt, daß sie nicht allein entscheidend und kein absoluter Maßstab für die Beurteilung einer tatsächlichen oder angeblichen Schädigung sind. Das liegt daran, daß diese Werte keine allgemein gültigen Konstanten sind. Sie sind nicht nur abhängig von der absoluten Giftigkeit eines Stoffes, sondern auch von ihrer Reizwirkung auf die Schleimhäute der Atemwege und Augen, außerdem von den Arbeitsumständen, den klimatischen Arbeitsbedingungen, von Alter, Geschlecht, Konstitution, Ernährungszustand und der unterschiedlichen persönlichen Empfindlichkeit der Arbeiter. Deshalb stellt der MAK-Wert in der Praxis nur einen Mittelwert dar. Unter Umständen verstärkt auch die Mitwirkung anderer Substanzen, z. B. Verunreinigungen, die gesundheitsschädliche Wirkung eines Stoffes erheblich. Der MAK-Wert gibt die Toleranzgrenzen an, d.h. die Mengen bzw. Konzentrationen, bei denen nach bisherigen Erfahrungen beim Erwachsenen in einer etwa achtstündigen täglichen Arbeitszeit eine Gesundheitsschädigung nicht zu erwarten ist (M A K = Maximale Arbeitsplatz-Konzentration). MAK-Werte werden angegeben für eine Temperatur von 20°C und einen Barometerstand von 760 mm Hg., und zwar für Gase und Dämpfe in cm^3/m^3 (Kubikzentimeter Gas je Kubikmeter Luft), für Schwebestoffe in mg/m^3 (Milligramm des Stoffes je Kubikmeter Luft).

A u s d e r M A K - W e r t l i s t e 1966:

Stoff: =====	MAK: ==== cm^3/m^3 --- mg/m^3 =====	Bemerkungen: =====
Nitroglyzerin	0,5 5	
Nitroglykol	0,25 1,6	H
Dinitrotoluol	1,5	H
Trinitrotoluol	1,5	H
Tetryl	1,5	H

H in der Spalte unter Bemerkungen bedeutet, daß der Stoff auch auf dem Wege der Hautresorption in den Körper gelangen kann, u.U. in größeren Mengen als durch gleichzeitige Einatmung, z.B. im Falle des Nitroglykols.

Im allgemeinen weiß man aber noch wenig über die Hautatmung; sie macht etwa 1 % der Lungenatmung aus (nach D r i n k e r). Wichtige Parameter für die Hautresorption sind: die Größe der exponierten Hautfläche, die Dauer der Einwirkung, die Konzentration des Kontaktstoffes, die Innigkeit der Berührung, Druck, Reibung, dann die Schweißbildung, die Durchblutung und der individuelle Zustand der Haut.

Primär steht die Giftaufnahme durch Inhalation. Durch Einatmung der Gase, Dämpfe, Nebel und Stäube können je nach ihrer Teilchengröße die Gifte direkt in die Lunge dringen. Der Übergang der Giftstoffe von den Lungen in die Blutbahn geht relativ intensiv und rasch vor sich.

Dazu kommt die Giftaufnahme durch Verschlucken. Bei schwerer körperlicher Arbeit steht die Mundatmung meist im Vordergrund. Die dabei eingeatmeten Stäube und Nebel bleiben etwa zu einem Viertel im Mund- und Rachenschleim haften, z. T. auch an der Nasenschleimhaut. Mangelnde Hygiene der Arbeiter führt dann zum Verschlucken der festgesetzten Partikelchen und somit zur vermehrten Giftstoffaufnahme.

Die Arbeitsplätze, bei denen eine Gefährdung bzw. Schädigung der Beschäftigten möglich wäre, sind im Industriesprengstoffbetrieb im Mischhaus, im Lager und beim Patronieren. Im allgemeinen und unter normalen Betriebsbedingungen ist die Gefährdung relativ gering, sie steigt jedoch erheblich an, sobald Betriebsstörungen in den Apparaturen, z. B. Undichtigkeiten, auftreten. Bei Reparatur- und Reinigungsarbeiten und beim Beschicken und Zufüllen ist die Gefährdung am größten.

In dem beschriebenen Betrieb für militärische Sprengstoffe besteht die Möglichkeit für eine Gefährdung oder Schädigung besonders an Arbeitsplätzen, wo Tetryl oder Hexal abgefüllt und gepreßt werden, ferner beim Abwiegen dieser Stoffe. Das Abfüllen geht z. T. mechanisch, z. T. von Hand, das Pressen vollautomatisch vor sich.

Vergiftungsgefahr besteht somit durch unmittelbare Berührung mit

den Stoffen beim Arbeiten mit unzulänglicher und verschmutzter Schutzkleidung, außerdem aber auch durch Dämpfe und Staubentwicklung. Bei heißer Witterung ist diese Gefährdungsart beträchtlich erhöht.

Die Giftwirkung zeigt eine große Abhängigkeit von zeitlichen und individuellen Faktoren: nach körperlicher Überanstrengung, bei Erschöpfung, akuter infektiöser Erkrankung, Unterernährung und bei körperlich schwächlichen Personen sowie bei Frauen während Menstruation und Schwangerschaft ist die Disposition zu Vergiftungen erhöht.

Der Genuß von Alkohol, selbst in mäßigen Mengen, hat für den Ausbruch akuter Vergiftungserscheinungen eine stark begünstigende Wirkung.

Allgemein unterscheiden wir bei Giftstoffen:

Hirn-, Nerven-, Blut-, Stoffwechsel-, Reiz-, Ätze- und Stickgase.

- 1.) Hir n- u n d N e r v e n g i f t e wirken aufgrund ihrer Affinität zu Lipoidsubstanzen, also wegen ihres Fettlösungsvermögens.
Vertreter: Benzol und seine Homologen, die aliphatischen Kohlenwasserstoffe und ihre Verbindungen.
- 2.) B l u t g i f t e greifen in dreifacher Hinsicht an:
 - a) durch Zerstörung der Erythrozyten und ihren Bildungsstätten (Knochenmark).
 - b) durch chemische Veränderungen des Hämoglobins.
 - c) durch Veränderung des weißen Blutbildes.Vertreter: Benzol, aromatische Nitro- und Amidverbindungen.
- 3.) S t o f f w e c h s e l g i f t e bewirken eine Schädigung der Zelle, der Fermente, des Stoffumsatzes.
Vertreter: Nitroglyzerin, Nitroglykol.
- 4.) R e i z - u n d Ä t z g i f t e zeigen örtliche Wirkungen auf der äußeren Haut und an oberflächlichen Schleimhäuten.
Vertreter: Mineralsäuren, Ester, nitrose Gase.
- 5.) S t i c k g a s e sind selbst nicht giftig, doch verdrängen sie den lebensnotwendigen Sauerstoff und führen so zum Ersticken.
Vertreter: Kohlendioxyd.

Verschiedene Gifte haben eine Mehrfachwirkung. Ihre Giftwirkungen zeigen weitgehende Übereinstimmung und kennzeichnen die Mehrzahl dieser Stoffe als ausgesprochene Blut- und Nervengifte.

Die Giftigkeit ist am stärksten bei den Nitroverbindungen des Benzols. Dagegen ist sie bei den Homologen und den meisten am Kern substituierten Derivaten abgeschwächt oder modifiziert bzw.

aufgehoben. Bei Dinitrokörpern ist sie erheblich stärker als bei den entsprechenden Mononitroverbindungen, nimmt aber mit dem Eintritt weiterer Nitrogruppen ab.

Die aromatischen Nitro- und Amido-
verbindungen sind ausgesprochene Blut- und Nerven-
gifte. Die Aufnahme der Stoffe in den Organismus erfolgt einer-
seits durch die Einatmung bzw. durch Verschlucken von Staub und
Dämpfen, andererseits durch Hautresorption beim direkten Kontakt
mit ihnen.

Dinitrotoluol ist weniger giftig und gewerbehy-
gienisch verhältnismäßig harmlos. Es wird nur in geringem Umfang
verwendet.

Der meist verwendete Vertreter dieser aromatischen Nitrokörper
ist das Trinitrotoluol. Die Meinungen über die
Toxizität des TNT gehen auseinander. Eine schwerwiegende Blut-
wirkung und daher akute Giftigkeit soll nicht so sehr im Vorder-
grund stehen. Selbst bei der chronischen Vergiftung, die häufig
zu schweren Leberschädigungen mit toxischem Ikterus und tödlichem
Ausgang durch die gelbe Leberatrophie führt, treten die durch
die Blutwirkung herrührenden Erscheinungen - Cyanose und Anämie -
viel weniger hervor als bei der Dinitrobenzolvergiftung. Im Vor-
dergrund steht die leberschädigende Wirkung des TNTs.
Daneben kommen Reizwirkungen auf Haut und Schleimhäuten vor,
besonders durch TNT-Staub: Schnupfen mit starkem Niesreiz,
trockene Bronchialkatarrhe mit starkem Husten und Kurzatmigkeit,
erythematöse und ekzematöse Hautaffektionen, die aber nach
Gewöhnung an Arbeit mit TNT für immer verschwinden können.
Eine als erstes ins Auge fallende Erscheinung bei Trinitro-
toluolarbeitern ist die braun- bis gelbrötliche Verfärbung der
Haare, Haut und Nägel. Die Ursache ist in der Xanthoprotein-
reaktion zu suchen, wobei Eiweißstoffe mit Nitrokörpern rea-
gieren.

Die beobachteten Blutveränderungen waren Schädigungen der Ery-
throzyten. Vermutlich durch Störungen in den Blutbildungsstätten
kommt es zu einer verminderten Bildung der roten Blutkörperchen.
Die Anämie wird begünstigt durch die Bildung von Meth-
hämoglobin. Durch eine chemische Veränderung des

Hämoglobins entsteht diese feste Hb-Verbindung, so daß der für die Zellatmung notwendige Sauerstoff nicht mehr verfügbar ist bzw. nicht an die Gewebszellen abgegeben werden kann. Somit kommt es auch zu Schädigungen innerer Organe. Met-Hb ist spektroskopisch im Blut nachweisbar. Daneben haben diese Gifte auch noch eine schädigende Wirkung auf die Eiweißsubstanzen der roten Blutkörperchen und führen zu der dafür typischen Bildung von Heinzschen Innenkörpern. Durch Vitalfarbstoffe können diese leicht erkennbar gemacht werden. Das Auftreten von Heinzschen Innenkörpern bedeutet immer eine Degenerationserscheinung der Erythrozyten. Alle diese Erscheinungen führen zum Auftreten von oft sehr schweren Anämien. Als deren Folge kann es wiederum zu einer gesteigerten Hämolyse kommen. Die Met-Hb-Bildung bei schweren Vergiftungen wirkt sich in dieser Hinsicht begünstigend aus.

Bei Met-Hb-Werten von

- 10 - 15 % finden sich noch keine subjektiven Vergiftungserscheinungen;
- 25 - 30 % treten bereits objektive Krankheits-symptome auf;
- 60 - 70 % führen zum Exitus.

Diese Erscheinungen bewirken die Cyanose, die sich bei TNT-Intoxikation einstellt: zuerst leichtes Blauwerden der Lippen, Wangen und Nasenspitze, später in fortgeschrittenem Stadium Blau-Braunverfärbung der ganzen Haut. Allgemein werden bei der TNT-Vergiftung ein deutlicher Ikterus infolge toxischer Blutschädigung, in schweren Fällen degenerative Leberschädigung beschrieben, die zu einer Hepatitis oder zur akuten wie auch subakuten gelben Leberatrophie und auch zur Leberzirrhose führen können.

Weiter kann es 4 Wochen bis 4 Monate nach Beginn der Beschäftigung mit Trinitrotoluol zu einem toxischen, hepatozellulären Ikterus kommen, wobei die Leber anfangs vergrößert und druckempfindlich ist. Auch Spät-Todesfälle an Coma hepaticum wurden vereinzelt beobachtet.

Leberschädigungen müssen nicht in jedem Falle auftreten. Durch

die Fähigkeit der Leber, Gifte zu speichern und auch chemische Verbindungen zu entgiften, werden die meisten Substanzen in der Leber bis zu den wasserlöslichen Bruchstücken abgebaut. Verbindungen vom Toluol-Typus werden an Hippursäure, andere aromatische Verbindungen an Glykuronsäure gebunden und in eine wasserlösliche, somit ausscheidbare Form gebracht. Durch die Standardleberfunktionsteste (Elektrophorese, Serumlabilitätsproben, Prothrombinbestimmung, Galaktoseprobe, Bromthaleinprobe, Transaminazengbestimmung, Biopsie u.a.) kann eine möglicherweise entstandene Schädigung der Leberzellen nachgewiesen werden. Im Harn sind die Gifte leicht in reiner und auch abgebauter Form nachzuweisen: TNT durch die Webstersche Reaktion. Schon die Farbe frisch entleerten Harnes ist auffällig: bei TNT-Vergiftung ist sie bräunlich-rot.

Bei der Toxikologie des Tetryls kombiniert sich die Nitrovergiftung, d. h. typische Gelbfärbung der Haut, Haare, Nägel und Konjunktiva mit nervösen Störungen und Schleimhautreizungen sowie Ekzemen, am häufigsten des Gesichts und Nackens, Nasenbluten und Nasenulzera.

Es treten, besonders in schweren Fällen, deutliche Anzeichen einer Anämie auf. Als Spätfolge nach schwerer Exposition kann es zu Leberzirrhose evtl. sogar mit tödlichem Ausgang kommen. Die Beschwerden, unter denen auch Allgemeinerscheinungen, wie Anorexie, Übelkeit, Meteorismus und abdominale Krämpfe, trockener Husten, Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit, Gereiztheit und allgemeine Müdigkeit beobachtet werden, sind flüchtiger Art. Sie treten vorwiegend im Anschluß an Arbeiten mit stärkerer Tetryl-exposition auf. Vermutlich ruft eine Tetrylintoxikation auch asthmatische Erscheinungen hervor, wie aus den wiederholt vorgebrachten Beschwerden über Atemnot geschlossen werden kann. Die Aufnahme dieses Stoffes in den Organismus erfolgt per inhalationem und perkutan.

Die Giftwirkungen der organischen Salpetersäure - Ester, Nitroglyzerin und Nitroglykol gleichen einander. Bei Nitroglykol sind die Beschwerden deutlicher. Das mag einmal an der wesentlich größeren Flüchtigkeit des Nitroglykols liegen (einige Autoren

sprechen von einer mehr als 100-fachen gegenüber Nitroglyzerin), zum anderen vielleicht auch am Dampfdruck, der beim Nitroglykol 3-mal höher ist als der des Nitroglyzerins.

Dampfdruck in mm Hg	Nitroglyzerin	Nitroglykol
bei 20°	0,011	0,035
bei 35°	0,036	0,115

Die Aufnahme dieser Stoffe geschieht durch Einatmung der Dämpfe, durch Verschlucken und durch Hautresorption. Die Beschwerden wurden vor allem bei Arbeitern beobachtet, die durch Nitroglykol gefährdet waren. Bei Beschäftigten, die mit Nitroglyzerin zu tun hatten, fanden sich kaum irgendwelche ernstlichen Vergiftungen.

Bei den Beschwerden handelt es sich wesentlich um zentralbedingte Kreislaufregulationsstörungen infolge der chronisch-depressorischen Nitroglykol-Einwirkung. Diese ist komplexer Natur, da einerseits Nitrite, andererseits Glykole freiwerden. Die Nitritwirkung ist gefäßerweiternd, was eine Blutdrucksenkung zur Folge hat.

Die Glykole werden im intermeditären Stoffwechsel zu Oxalsäure oxydiert. Sie können unter Bildung von Calciumoxalat eine latente Tetanie mit Neigung zu Kollaps hervorrufen. Dadurch ist die Möglichkeit zu einem direkten Myokardschaden gegeben.

Jedenfalls ist die Nitroglykolwirkung spezifisch, da sie nicht durch die bekannte Nitritwirkung allein erklärbar ist.

Als Folgen der Einwirkung treten heftige Kopfschmerzen, Gesichtsröte, Herzbeklemmungen, Pulsbeschleunigungen, Blutdrucksenkung und Schwindelgefühl auf. Auch Met-Hb-Bildung, anämische Veränderungen und Heinzsche Innenkörper können im Blut gefunden werden. Völlegefühl im Kopf, starkes Pulsieren in den Schläfen, Kopfschmerzen, "Glühen" infolge erhöhten Blutandranges zum Kopf treten nach Alkoholgenuß wesentlich verstärkt auf. Die Ursache ist vielleicht in der Hemmung der Aldehydoxydase zu suchen, wobei die weitere Oxydation des bei der Alkoholverbrennung entstehenden Azetaldehyds gehemmt ist. Dieser tritt dann vermehrt im Blut auf. Bei Alkoholgenuß finden sich nun Kopfschmerz, Herzklopfen, Blutdruckabfall, Steigerung der Puls- und Atemfrequenz, es besteht Lebensgefahr.

Tiefergehende, das Blutbild zerstörende sowie leberschädigende Wirkungen finden sich nicht. Die Salpetersäureester sind in erster Linie akut giftgefährlich, wobei das Bild der Vergiftung eine schwere, mitunter bedrohliche kollapsartige Kreislaufschwäche oder eine Angina pectoris ist, die in seltenen Fällen in kurzer Zeit (in wenigen Minuten) zum Tode führen kann.

Begleitbeschwerden, wie Kopfschmerzen, Klopfen oder Druckgefühl an Stirn, Schläfen und Hinterkopf, erhöhte Erregbarkeit und Schlafstörungen sowie Appetitlosigkeit treten zu Beginn der Beschäftigung am stärksten auf, gehen aber nach Gewöhnung an den Stoff wieder zurück. Diese Beobachtungen konnte auch ich aufgrund meiner Tätigkeit in dem Industriesprengstoffbetrieb machen.

Unter mehr chronischer Einwirkung kommt es zu einem Absinken des Blutdruckes während der Arbeitswoche, bei Arbeitsunterbrechung, ja schon während der Wochenendpausen normalisieren sich seine Werte aber wieder.

In diesem Zusammenhang seien auch die in der Literatur (Baader /1961/, Symanski /1961/) beschriebenen Todesfälle erwähnt, die sich fast ausschließlich nach einem oder zwei arbeitsfreien Tagen auf dem Weg zur oder bei Beginn der Arbeit ereigneten und zum Begriff der "Montagskrankheit" geführt haben.

Nach den Samstag-Sonntag-Ruhetagspausen, aber auch bei heißer Witterung, treten die Beschwerden in verstärktem Maße auf. Die Intoleranzerscheinungen bei einer Intoxikation scheinen durch äußere Faktoren mit ausgelöst zu werden, z.B. durch sportliche Überanstrengung, Exzesse, Witterungsumschlag und den schon erwähnten Alkoholabusus, ja schon nach Alkoholgenuß in kleineren Mengen.

Arbeitsmedizinisch von Bedeutung ist noch die Vergiftungsmöglichkeit durch H e x o g e n.

Zur Intoxikation kommt es nach Aufnahme des Staubes mit der Atemluft und durch Verschlucken. Die Gesundheitsstörungen sind nie bei der Herstellung, sondern immer nur bei der Verarbeitung der trockenen, unphlegmatisierten Substanz beobachtet worden, also wenn das Produkt in der letzten Arbeitsphase in trockener

pulverisierter Form bearbeitet wird, d.h. beim Trocknen, Sieben und Verpacken. Dabei kann es unter Umständen zu erheblicher Staubentwicklung kommen. Die Erscheinungen sind je nach der Empfindlichkeit der einzelnen Menschen verschieden, waren jedoch fast immer nur von kurzer Dauer und ohne spätere krankhafte Folgen.

Das Bild einer Intoxikation nach kürzerer oder längerer Beschäftigung mit Hexogen ist nervöse Unruhe, Beklemmung, Reizbarkeit, Schlaflosigkeit, Kopfschmerz, Übelkeit, Schwindelgefühl, Leibschmerzen und häufig Erbrechen. Nach dem Erbrechen pflegen die Krankheitszeichen häufig erheblich leichter zu sein, ja ganz zu verschwinden. In einigen Fällen kommt es zu plötzlicher Ohnmacht mit starker Bewußtseinstrübung oder völliger Bewußtlosigkeit und zu Krampfanfällen, die sich mehrfach wiederholen können, mit lebhaft tonisch-klonischen Muskelzuckungen, Schaum vor dem Munde, Zungenbiß, Enuresis, zuweilen auch zu unfreiwilligem Stuhlabgang und zur Ejaculatio seminis. Dieses konvulsiv-epileptiforme Syndrom ist von einem typischen epileptischen Anfall kaum zu unterscheiden. Der Anfall, welcher gewöhnlich nur eine bis wenige Minuten dauert, stellt sich meist am Arbeitsplatz ein, gelegentlich später auf dem Heimweg oder erst zu Hause.

Im Anschluß daran findet sich bei den Erkrankten das Bild einer retrograden Amnesie, sowie völlige Ermattung, Pulsverlangsamung auf etwa 60 Schläge pro Minute, Blutdrucksenkung auf systolische Werte um 100 mm Hg. Neben diesen hervorstechenden Symptomen einer Hexogenvergiftung finden sich zuweilen noch Reizzustände an Haut und Schleimhäuten, Fälle mit schwerer ulceröser Dermatitis und ulceröser Stomatitis wurden beobachtet.

Der Vollständigkeit halber seien noch die S ä u r e s c h ä d i g u n g e n aufgezählt. In meinem Beobachtungsbereich war durch die Verwendung geschlossener Apparaturen bei der Nitrierung keine Gefährdung gegeben. Als wichtigste Gefährdung stehen die Verätzungen durch Salpetersäure und Schwefelsäure und durch deren Gemische (Mischsäure, Nitriersäure) an. Die Zerstörungen des Körpergewebes sind abhängig von der Säurekonzentration und Einwirkungsdauer. Durch Einatmung der Dämpfe und Säurenebel treten Reizungen der Schleimhäute, Augen und der oberen Luftwege auf. Die Säurenekrose der Zähne, der vor allem Nitrierer ausgesetzt

sind, ist ein typisches Erscheinungsbild für Säureschädigungen.

Durch die Säuredämpfe werden besonders die vorderen sechs oberen und unteren Zähne angegriffen. Die Zähne werden zuerst stumpf, dann rau und glanzlos und verfärben sich schließlich braungelblich und werden gegen Temperaturwechsel sehr empfindlich. Zur Abhilfe und als Schutz ist neben der Absaugung der Säuredämpfe am Arbeitsplatz eine zahnärztliche Überwachung mit sofortiger Sanierung des Gebisses empfohlen. Laufende Mundspülungen mit Natriumbicarbonicum-Lösung und das Lutschen von Alkaletten wirken sich prophylaktisch günstig aus.

Auch die Möglichkeit einer Gefährdung durch n i t r o s e G a s e war in dem beobachteten Bereich praktisch nicht gegeben, da das Nitrieren in geschlossenen Apparaturen erfolgte, in denen auch eine zusätzliche Absaugung der Gase stattfand.

Im allgemeinen können bei der Nitrierung und Denitrierung die gefährlichen "rotbraunen Dämpfe" auftreten, die $1\frac{1}{2}$ mal schwerer als Luft sind. Sie zeigen zwei Arten der Giftwirkung:

1. eine Reizwirkung vorwiegend auf die Lungen. Nach einer Latenzzeit von 6 bis 10 Stunden treten Atemnot, zyanotische Erscheinungen, krampfartiger Husten auf. Es kann Tod durch inneres Ersticken (Lungenödem) eintreten.

Die 2. Art der Giftwirkung beruht auf der schon bekannten "Nitritwirkung": Erweiterung der Gefäße, Absinken des Blutdruckes, Methämoglobinbildung, Schädigung des Herzmuskels.

W i r k u n g s w e i s e: die nitrosen Gase setzen sich auf der feuchten Schleimhaut zu HNO_2 (salpetrige Säure) und HNO_3 (Salpetersäure) um, es entstehen örtliche Reiz- und Ätzwirkungen.

Mengen von 0,1 mg pro Liter Luft sind noch erträglich, 0,2 bis 0,5 mg/l wirken bereits schädigend. Gewöhnung an geringe Mengen kann eintreten. Durch Absaugung evtl. auftretender Dämpfe und Bereitstellung von Gasmasken mit Spezialeinsatz kann einer Gefährdung begegnet werden. Dabei ist darauf zu achten, daß die Absaugung der Dämpfe nach unten erfolgt, da sie $1\frac{1}{2}$ mal schwerer als Luft sind und sich somit unten ansammeln.

Die anderen aufgeführten Substanzen und verwendeten Chemikalien

wie Ammon- und Natronsalpeter, Kollodiumwolle, Eisenoxyd und Holzmehl sind toxikologisch bedeutungslos und können arbeitsmedizinisch vernachlässigt werden, ebenso Oktogen und Nitropenta, die praktisch keine resorptiven Gifte sind. Da in dem Weiterverarbeitungsbetrieb bereits fertige Zündkapseln mit Bleiazid und Bleitrinitroresorzinat verwendet werden, sind die Beschäftigten einem direkten Kontakt mit diesen Stoffen nicht ausgesetzt und es besteht für sie keine Gefährdungsmöglichkeit durch diese Substanzen. Somit braucht auf ihre Toxikologie nicht eingegangen zu werden.

3.) Prophylaxe:

Um einer Gefährdung oder Schädigung der Beschäftigten in der Sprengstoffindustrie zu begegnen, sind seitens des Staates, der Länderregierungen, der Berufsgenossenschaften der chemischen Industrie und auch im eigenen Interesse von den Betriebsleitungen selbst weitgehende Sicherheits- und Vorbeugungsmaßnahmen geschaffen.

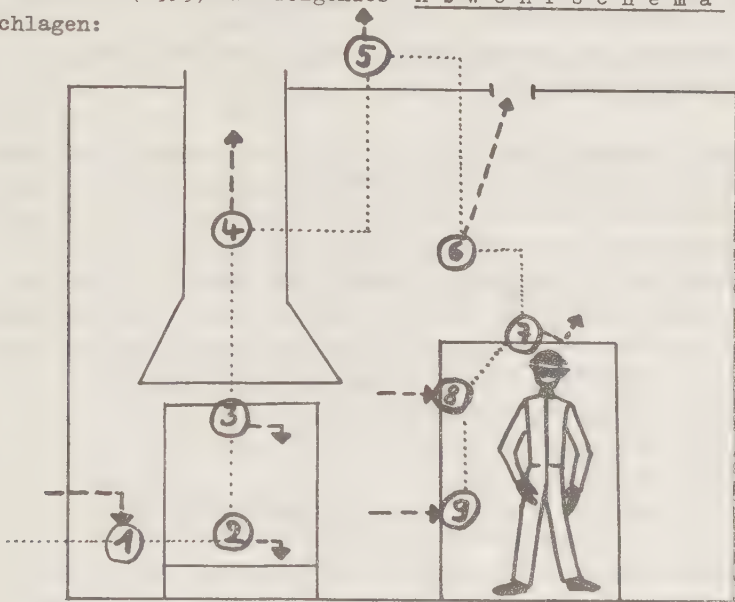
Gestützt auf allgemeine Vorschriften zur Verhütung von Gesundheitsschäden bei der Berufsausübung, ergänzt durch spezielle Unfallverhütungsvorschriften und Merkblätter der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie und durch Entschlüsse des Staates in der Gewerbeordnung ist der Gesundheitsschutz der Arbeiter geregelt.

Der § 120a der Gewerbeordnung besagt:

"Die Gewerbeunternehmer sind verpflichtet, die Arbeitsräume, Betriebsvorrichtungen, Maschinen und Gerätschaften so einzurichten und zu erhalten und den Betrieb so zu regeln, daß die Arbeiter gegen Gefahr für Leben und Gesundheit so weit geschützt sind, wie es die Natur des Betriebes gestattet. Ebenso sind diejenigen Vorrichtungen herzustellen, welche zum Schutze der Arbeiter gegen gefährliche Berührung mit Maschinen oder Maschinenteilen oder gegen andere in der Natur der Betriebsstätte oder des Betriebes liegende Gefahren, namentlich auch gegen Gefahren von Fabrikbränden erforderlich sind. Endlich sind die Vorschriften über die Ordnung des Betriebes und das Verhalten der Arbeiter zu erlassen, welche zur Sicherung eines gefahrlosen Betriebes notwendig sind."

Nachstehende Skizze gibt einen Überblick über allgemeine Maßnahmen zur Verhinderung gefährdender Einwirkungen. Ihr liegen die allgemeinen Richtlinien für Vorbeugungsmaßnahmen bei gewerblichen Vergiftungen zugrunde.

P r a u s e (1959) hat folgendes A b w e h r s c h e m a vorgeschlagen:



- 1 = Austausch gefährlicher Stoffe gegen nicht oder weniger gefährliche.
- 2 = Verwendung geschlossener Apparaturen. Dadurch können Dämpfe, Stäube nicht oder nur weniger in den Arbeitsraum austreten.
- 3 = Anwendung von Schutzschichten. Dadurch wird eine Abschlusswirkung erzielt.
- 4 = Örtliche Absaugvorrichtungen. In manchen Fällen kann die Gefährdungsquelle nicht auf das Innere von Apparaturen beschränkt werden. So müssen Gase, Dämpfe, Stäube ebenfalls abgesaugt werden.
- 5 = Abtrennung besonders gefährdeter Betriebsteile.
- 6 = ausreichende Raumbelüftung.
- 7 = Abschluß eines besonders exponierten Arbeitsplatzes durch zusätzliche Sperrwände.
- 8 = Arbeits- und Körperschutzmittel, wie Atemschutzgeräte, Arbeitsschutzkleidung (Mütze, Handschuhe und Schuhwerk entsprechend; Schutzbrille).
- 9 = durch Auswahl gesunder Arbeiter ist eine gewisse Immunisierung, d.h. Gewöhnung an einen gefährdeten Arbeitsplatz, möglich.

Durch die Erziehung tüchtiger, umsichtiger, verantwortungsbewußter Arbeiter, durch ständige Belehrung über Betriebsgefahren und Betriebsschutz, durch größte Sauberkeit im Betrieb soll die Einhaltung einer strengen Arbeitsdisziplin mit Beobachtung aller Vorschriften gewährleistet werden, denn gerade diese unentbehrlichen Voraussetzungen sind für eine störungsfreie Arbeit mit Sprengstoffen und Substanzen mit gefährlichen physiologischen Auswirkungen unabläßlich.

Auf alle Schutzvorschriften im einzelnen kann nicht eingegangen werden, sie sind bis ins kleinste detailliert. In den betreffenden Betrieben, bei der Berufsgenossenschaft und in den Gewerbeaufsichtsämtern sind sie einzusehen.

Grundlage ist die allgemeine Sprengstoffvorschrift, Abschnitt 46a der Unfallverhütungsvorschriften, herausgegeben von der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie. In ihr sind bestimmt:

- die Gestaltung der Anlagen und Gebäude,
- die Einrichtung derselben,
- Fahrzeuge und Wege,
- der Feuerschutz,
- der Betrieb, d. h. die Produktion,
- die Arbeiterzahl und Betriebsregelung.

Besondere Beachtung ist den Speise-, Umkleide- und Aufenthaltsräumen gewidmet, ferner dem Produktionsvorgang und der Schutz- und Arbeitskleidung.

Je nach dem hergestellten Stoff gelten zusätzlich noch besondere Vorschriften, wie z.B. die Trinitrotoluolvorschrift, die Nitroglyzerinvorschrift, die Ammon- und Chlorat-Vorschrift. Dazu kommen weitere Merkblätter und Richtlinien, wie das Sicherheitsmerkblatt für Sprengstoffarbeiter, das Merkblatt zur Verhütung gewerblicher Hauterkrankungen, die Richtlinien zur Verhütung von Gesundheitsschäden durch Nitroglykol, das Staubschutzmerkblatt, um nur die wichtigsten davon zu nennen.

Als illustrative Beispiele finden sich im Anhang das "Sicherheitsmerkblatt für Sprengstoffarbeiter" und die "Richtlinien zur Verhütung von Gesundheitsschädigungen durch Nitroglykol".

Der Betrieb, in dem ich arbeitete, ist nach diesen Vorschriften erbaut. Die Grundzüge der EntschlieÙung über Anlagen zur Herstellung von Nitro- oder Amidoverbindungen vom 3. Februar 1961 sind eingehalten.

Die Arbeitsräume sind hoch, hell, luftig, geräumig und gut belüftbar.

Eine quantitative Bestimmung des Nitroglykolgehaltes in der Luft im Mischhaus bei normaler Arbeitsweise (Vorgelatinieren, Mischen, Entleeren) ergab:

a) bei geschlossener Türe und abgestelltem Warmluftgebläse:

eine Raumtemperatur von 12 - 14°C

eine relative Luftfeuchtigkeit von 32 %

einen Nitroglykolgehalt von 1,600 mg/m³ Luft.

b) bei offener Türe und laufendem Warmluftgebläse:

eine Raumtemperatur von 25 - 28°C

eine relative Luftfeuchtigkeit von 20 - 22 %

einen Nitroglykolgehalt von 0,640 mg/m³.

Der MAK-Wert beträgt für Nitroglykol 1,6 mg/m³. Die hier gefundenen Werte blieben also innerhalb der zulässigen Grenzen. Der Bes. von 0,640 mg/m³ zeigt jedoch, daß bei geöffneter Türe und angestelltem Warmluftgebläse die Arbeitsbedingungen arbeitsmedizinisch am günstigsten sind.

Diese Luftanalysen werden regelmäßig mit dem Dräger-Gasspürgerät durchgeführt, so daß bei Gefahr sofort entsprechende Maßnahmen getroffen werden können.

Das Arbeitsverfahren ist so, daß eine unmittelbare Berührung der Arbeiter mit den Stoffen praktisch nicht vorkommt. Geschlossene Apparaturen und elektrische Absaugvorrichtungen verhindern das eventuelle Auftreten von Gasen, Dämpfen, Stäuben bzw. halten diese in erträglichen Grenzen. Zudem ist noch eine zusätzliche Frischluftzuführung vorhanden.

Durch Belehrung und durch Merkblätter werden die Arbeiter immer wieder auf die gesundheitsschädlichen Wirkungen dieser Stoffe und das im Umgang damit erforderliche Verhalten hingewiesen.

Der Betrieb stellt unentgeltlich auch zweckmäßige Arbeitskleidung. Diese wird regelmäßig, mindestens einmal wöchentlich, gewaschen und instandgehalten.

Geeignete Schutzhandschuhe sind vorhanden, werden aber von der Arbeiterschaft nicht gerne getragen. "Man könne nicht gut genug damit arbeiten", wird als Erklärung dafür angegeben.

Ich konnte mich bei meiner Tätigkeit in dem Sprengstoffbetrieb davon überzeugen, daß die Schutzhandschuhe eine nicht völlig ideale Lösung waren, aber auch keine die Arbeit wesentlich beeinträchtigende Behinderung darstellten.

Mit Hilfe einer Hautschutzsalbe ("Phämosan"), die vor Beginn der Arbeit und nach jedem Waschen während der Arbeitszeit auf die Haut der Hände aufgetragen und eingerieben wird, ist dieses Problem zu einem Teil gelöst.

Der Genuß alkoholischer Getränke ist während der Arbeitszeit und in den Pausen untersagt. In den Arbeitsräumen dürfen Nahrungs- und Genußmittel weder aufbewahrt noch verzehrt werden. Ein von den Betriebsräumen völlig getrennter Speiseraum, der erst nach ausreichender Händereinigung betreten werden darf, ist vorhanden. Ebenso ein separater Wasch- und Baderaum, wo einmal wöchentlich Gelegenheit zu einem Vollbad und täglich vor Betriebsschluß Gelegenheit zu einem Duschbad gegeben ist. Seife und Handtücher werden vom Betrieb zur Verfügung gestellt, ebenso Hautschutzsalben, die nach dem Waschen zum Gebrauch anempfohlen werden. Die Hautreinigung und Hautpflege ist besonders wichtig, es wird von den Vorgesetzten auch immer wieder darauf hingewiesen. In den Arbeitsräumen darf sich niemand umkleiden, auch keine Kleidungsstücke dürfen dort aufbewahrt werden. Hierzu dienen die Umkleide- und Waschräume. Jeder Arbeitnehmer hat zwei voneinander getrennte Abteilungen in einem Schrank bzw. zwei Schränke zum Ablegen seiner Kleidungsstücke, wovon in einem die Straßenkleidung und im anderen die Berufskleidung getrennt aufbewahrt werden müssen.

Bei der Herstellung, Verarbeitung und Verpackung der Stoffe sollen nur erwachsene, männliche Personen, die nach ihrem Gesundheitszustand dazu geeignet sind, beschäftigt sein.

Der Gesundheitszustand der mit aromatischen Nitro- und Amidoverbindungen sowie der mit organischen Salpetersäureestern beschäftigten Personen ist laufend ärztlich zu überwachen. Durch die ärztliche Überwachung soll neben der frühzeitigen Feststellung

und ärztlichen Versorgung aller auftretenden Vergiftungsschäden die Gefährdung an bestimmten Betriebsstellen aufgedeckt und zur Beseitigung dieser besonderen Gefahrenquellen beigetragen werden.

Schon durch die Richtlinien des Reichsarbeitsministeriums für den Gesundheitsschutz der Gefolgschaftsmitglieder in der Sprengstoffindustrie vom 20.1.1941 ist die Pflicht zur ärztlichen Untersuchung geregelt worden.

Es werden Einstellungs- oder Tauglichkeitsuntersuchungen und periodische Überwachungsuntersuchungen durchgeführt.

Arbeitnehmer, die mit Arbeiten beschäftigt werden, bei denen sie mit aromatischen Nitro- oder Amidoverbindungen in Berührung kommen können, sind folgenden Untersuchungen zu unterziehen:

- 1.) einer Einstellungsuntersuchung mit gezielter Anamnese und Arbeitsanamnese, Gewichtskontrolle, klinischer Untersuchung, Untersuchung von Urin, Sediment und Blutstatus.
- 2.) einer Überwachungsuntersuchung, die bei blut- und leberschädigenden Verbindungen zweimal jährlich entsprechend den Einstellungsuntersuchungen vorzunehmen ist.

Außerdem ist alle 4 Wochen der Urin bzw. das Sediment zu kontrollieren; nötigenfalls sind entsprechende Ergänzungsuntersuchungen durchzuführen.

Arbeiter, bei denen Krankheitserscheinungen infolge der Einwirkung von Nitro- oder Amidoverbindungen des Benzols oder Toluols festgestellt werden, müssen bis zur völligen Genesung, und Personen, die sich den Einwirkungen dieser Arbeitsstoffe gegenüber besonders empfindlich erweisen, müssen auf die Dauer von den entsprechenden Arbeitsplätzen ferngehalten werden. In eine Überwachungskartei bzw. in ein Gesundheitsbuch werden alle Ergebnisse und Vorfälle, die bei der Überwachung des Gesundheitszustandes der Beschäftigten auffielen, eingetragen. Dies gilt auch für Beschäftigte, die es mit organischen Salpetersäure-Estern zu tun haben. Hier sind bei der Tauglichkeitsuntersuchung

Ausschließungsgründe für die Arbeit mit diesen Stoffen vorgeschrieben:

- 1.) Ausgeprägte allgemeine vegetative Labilität.
- 2.) Herzkrankheiten infolge chronisch erhöhten Blutdruckes oder rheumatischer Erkrankung oder infolge anderer Ursachen.
- 3.) Ein Elektrokardiogramm mit bedeutenden klinischen Abnormalitäten.
- 4.) Abnormalitäten des Kreislaufs, besonders:
 - a) systolischer Blutdruck über 150 mm Hg oder unter 100 mm Hg,
 - b) diastolischer Blutdruck über 90 mm Hg oder unter 60 mm Hg,
 - c) Blutdruckdifferenz zwischen systolischem und diastolischem Wert von 30 mm Hg und weniger,
 - d) Arteriosklerose,
 - e) erlittene Verwundungen, Narben, Amputationen, die den Kreislauf besonders belasten,
 - f) bestehende Pulszahl unter 50 bzw. über 100 Schlägen pro Minute.
- 5.) Leberschädigungen.
- 6.) Nierenschädigungen.
- 7.) Chronische Magen-Darm-Schädigungen, besonders chronisches Magengeschwür oder häufig auftretende sonstige Verdauungsstörungen.
- 8.) Spezifische Erkrankungen, wie Tuberkulose, Lues etc.

Die periodischen Überwachungsuntersuchungen umfassen monatlich Puls- und Blutdruckmessungen, die nach einem bestimmten Schema registriert werden. Dabei sind bei dem einzelnen einmal zu Beginn der Woche, das nächste Mal Mitte der Woche, das andere Mal am Schluß der Arbeitswoche und wechselweise vor Arbeitsbeginn und am Ende der Arbeitszeit Messungen durchzuführen. Ein Schema für monatliche Blutdruck- und Puls-Messungen befindet sich im Anhang. Alle 3 Monate findet bei jedem Arbeiter eine ärztliche Allgemeinuntersuchung mit Urinkontrolle statt, alle 6 Monate dazu ein Blutstatus. Einmal im Jahr (nach Möglichkeit im Abstand von einem Jahr) wird ein EKG von jedem Beschäftigten angefertigt.

Eine Entfernung vom Arbeitsplatz aufgrund ärztlicher Anordnung soll wenigstens 2 Monate andauern, danach kann nach gründlicher ärztlicher Untersuchung eine Rückkehr an den alten Platz möglich sein. Sollte ärztlicherseits ein Arbeitsplatzwechsel nach bereits 2-maliger Entfernung erneut gefordert werden müssen, so ist der Betroffene endgültig aus dem Nitroglykol-Nitroglyzerin-Betrieb zu versetzen.

Die ärztliche Überwachung in dem von mir geschilderten Industrie-Sprengstoffbetrieb geschieht sorgfältig nach dem "Merkblatt für Ärzte über Vergiftungen beim Arbeiten mit aromatischen Nitroverbindungen und Salpetersäure-Estern" (bearbeitet im chem. Reichsgesundheitsamt im RABl. I 75/80, Nr. 4, 1941), gestützt auf die EntschlieÙung des bayerischen Staatsministeriums für Arbeit und soziale Fürsorge über "Anlagen zur Herstellung von Nitro- oder Amidverbindungen" vom 3. Februar 1961 und auf das Merkblatt der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie "für die ärztlichen Untersuchungen der mit organischen Salpetersäure-Estern beschäftigten Personen" von 1961.

Bei den periodischen Überwachungsuntersuchungen wird besonders geachtet auf cyanotische Anzeichen, Abnahme des Körpergewichts, Anzeichen einer Anämie, Beginn und Entwicklung eines Ikterus und auf subjektive Klagen, die auf Störungen seitens der Verdauungsorgane hinweisen. Harn wird alle 14 Tage untersucht. Besondere Beachtung findet die Kontrolle des Blutdruckes und des Pulses, die Auskultation des Herzens und die perkutorische und palpatorsche Überwachung der Leber.

Zusammenfassung der vorgeschriebenen, anempfohlenen und tatsächlich durchgeführten Sicherheits- und Schutzmaßnahmen:

- a) ausgiebige Körperpflege (Wascheinrichtungen !),
- b) gute Pflege und regelmäßiger Wechsel der Arbeitsschutzkleidung (mindestens einmal wöchentlich),
- c) Einnahme der Speisen nur in separaten Aufenthalts- und Speiseräumen (keine Nahrungsmittel im Arbeitsraum),
- d) Hinweise auf die Notwendigkeit der Schutzmaßnahmen durch Belehrung,
- e) Mechanisierung der Arbeit soweit möglich (Automation),
- f) Schaffung günstiger hygienischer Arbeitsverhältnisse (Lüftung, Absaugung),
- g) betriebsärztliche Überwachung.

Diese Maßnahmen gelten ähnlich in dem Werk für militärische Sprengstoffe, wo sie auch ordnungsgemäß eingehalten werden.

Im wesentlichen muß hier die bei Tetryl- und Hexogenverarbeitung anfallende Staubentwicklung beseitigt werden. Das geschieht durch mechanische Absaugung und gegebenenfalls durch Frischluftzufuhr, die sich bei Unterschreiten eines bestimmten Luftfeuchtigkeitsgrades einschaltet.

Durch Handschuhe sowie durch am Hals und an den Handgelenken abgeschlossene Arbeitskleidung wird einem wesentlichen Kontakt mit diesen Stoffen begegnet.

Tetrylarbeiter erhalten zur Vorbeugung ekzematöser Hauterkrankungen eine Hautschutzsalbe. Auf Händewaschen und weitere persönliche Hygiene des Mund-, Nasen- und Rachenraumes wie Mundspülen, Gurgeln und Nasenschneuzen vor den Essenspausen und vor Schichtende wird dringlich hingewiesen.

Bei der Hexogenverarbeitung ist die Staubentwicklung gering, da ausschließlich phlegmatisiertes Hexogen verarbeitet wird. Dieser Betrieb hat es sich freiwillig zur Auflage gemacht, seine Beschäftigten, die mit Tetryl bzw. Hexogen in Berührung kommen können, in einjährlichem Abstand ärztlich überwachen zu lassen.

4.) Ergebnisse - Erkrankungsfälle:

Aufgrund der Unterlagen betriebsärztlicher Untersuchungen konnte ich den Gesundheitszustand der untersuchten Arbeiter über einen Zeitraum von 10 Jahren, von 1957 - 1966, verfolgen und auswerten. Im großen und ganzen war er als gut zu bezeichnen.

Der Personenkreis, bei dem eine Gefährdung möglich war und der laufend ärztlich überwacht wurde, umfaßte in dem Industriesprengstoffbetrieb 18 Frauen und 42 Männer. Die Frauen waren mit der Verpackung der Sprengstoffe beschäftigt, die Männer im Mischhaus, beim Sieben, Zufahren, Abfüllen und Patronieren.

Im allgemeinen wurde ein periodischer Arbeitsplatzwechsel der Art durchgeführt, daß die Beschäftigten im Regelfalle alle 3 Wochen immer eine Woche Außendienst machen mußten.

Sobald Anzeichen einer Vergiftung bemerkt wurden, wurde durch den Werksarzt die Betriebsleitung sofort auf eine Versetzung des Betreffenden hingewiesen. Am neuen Platz war eine Berührung mit dem Sprengstoff nicht mehr möglich und eine Gefährdung ausgeschlossen.

Gefährdende Stoffe waren: Nitroglyzerin, Nitroglykol, Di- und Trinitrotoluol.

Kasuistik:

8 Arbeiter klagten über Kopfschmerzen, Appetitlosigkeit, Unruhe und Gereiztheit. Blutbild und Urinuntersuchung waren nicht auffällig. Der Puls war etwas erniedrigt (62 bis 68). Der Blutdruck zeigte das schon geschilderte leichte Absinken während der Arbeitswoche mit weitgehender Normalisierung nach der Wochenend-Arbeitspause.

Ein im Mischhaus Beschäftigter zeigte einen systolischen Blutdruck von 95 mm Hg und einen diastolischen von 65 mm Hg. Dazu kamen bei diesem Arbeiter Klagen über Kopfschmerzen, Pulsieren in den Schläfen und Schlaflosigkeit. Auf ärztliches Anraten wurde er in einen anderen Betriebsteil versetzt. Er ist jetzt nahezu beschwerdefrei.

2 Arbeiter berichteten über starke Kopfschmerzen und Herzklopfen. Eine Versetzung an einen anderen Arbeitsplatz wurde von ihnen abgelehnt, da dort die Verdienstmöglichkeiten nicht so gut wären wie an ihrem Platz im Mischhaus.

Bei einem Abfüller im Patronierhaus wurde der Nachweis von Met-Hämoglobin im Blut erbracht, nach Sahli 20 % Met-Hb. Deutlich waren Anzeichen einer Cyanose an den Lippen erkennbar. An subjektiven Beschwerden wurden Übelkeit und Schwindelgefühl angegeben. Eine Versetzung an einen anderen Arbeitsplatz brachte Besserung.

Ein mit dem Sieben und Durchreiben von pulverförmigem Sprengstoff Beschäftigter erkrankte an Übelkeit, Appetitlosigkeit, Druckschmerzempfindlichkeit im rechten bis mittleren Oberbauch. Die Leber war 3 QF. verbreitert. Im Urin trat vermehrt Urobilinogen auf. Vorher wurden bei ihm schon Kreislaufstörungen mit Kollapsneigung festgestellt und eine Entfernung vom Arbeitsplatz veranlaßt. Aus Gründen des besseren Verdienstes kehrte er freiwillig an seinen alten Arbeitsplatz zurück. Hier stellten sich dann besagte Symptome ein. Nach einem mehrtägigen Krankenhausaufenthalt, wo kein eindeutiger, klinisch faßbarer Befund festgestellt werden konnte, außer geringfügigen Lebersymptomen als Folge einer Gastritis, wurde er an einen anderen Arbeitsplatz versetzt.

Bei einem Sprengstoffabfüller stellten sich Schmerzen in der Lebergegend mit Druckgefühl, besonders nachts, ein, dazu Übelkeit, Schwindelgefühl und Erbrechen. Die Skleren waren leicht subikterisch. Die Leber zeigte sich um 3 QF vergrößert. Im Krankenhaus wurde eine chronische Lebererkrankung leichteren Art festgestellt. Die üblichen Begleiterscheinungen bei TNT-Arbeitern, wie Verfärbung der Haut, Haare und Nägel, waren nur angedeutet. Eine Versetzung an einen anderen Arbeitsplatz brachte Besserung. Somit kann als wahrscheinlich angenommen werden, daß der Arbeitsstoff bei der Erkrankung mitgewirkt hat. Eine gewerblich bedingte Schädigung wurde anerkannt.

Weitere gesundheitliche Störungen wurden nicht angegeben, außer hin und wieder Kopfschmerzen und "Klopfen" am Hinterkopf bei größeren Anstrengungen, worüber von 3 im Mischhaus Beschäftigten geklagt wurde.

Leichte Anzeichen einer TNT-Angiftung wurden bei 5 Arbeitern gefunden, wie Blauwerden der Akren. Bei der Einsichtnahme in die Überwachungskartei wurden außer diesen erwähnten Fällen keine besonderen Vorkommnisse gefunden.

Die regelmäßig durchgeführten Blutdruck- und Pulsmessungen wurden von einem dazu ausgebildeten Betriebsangehörigen gemacht. Auch hierbei fanden sich keine besonderen Ausnahmewerte. Erkennbar war eine leichte Senkung der Blutdruckwerte, vornehmlich der systolischen. Sie bewegten sich zwischen 140 und 100 mm Hg, die diastolischen hielten sich in den Grenzen von 65 bis 90 mm Hg.

Der Puls war nur etwas erniedrigt, der niedrigst gemessene war 62 Schläge pro Minute. Die im Zusammenhang mit der "Montagskrankheit" auffallenden Symptome bei der Nitroglyzerin- und Nitroglykoleinwirkung, wie Kopfschmerzen, Appetitlosigkeit, Abgespanntheit, die ziemlich regelmäßig bei allen Neulingen, aber auch bei älteren Arbeitern am Wochenanfang auftreten, werden von 6 Beschäftigten angegeben und immer wieder verspürt. Diese Erscheinung konnte ich selbst am eigenen Leib fühlen. Im Laufe der Arbeitswoche schwanden diese Beschwerden allmählich wieder.

In dem Weiterverarbeitungsbetrieb für Tetryl und Hexogen wurden in einem Zeitraum von 1959 bis Mitte 1966 bei den periodischen Überwachungsuntersuchungen insgesamt 65 Personen auf Tetrylschädigungen hin untersucht. Davon waren 37 Frauen und 28 Männer.

Keine Anzeichen für eine Schädigung durch Tetryl fanden sich bei 56 Arbeitnehmern. In 9 Fällen fanden sich Beschwerden, die wahrscheinlich durch den Kontakt mit Tetryl bzw. durch Inhalation von Tetrylstaub während der Arbeit verursacht wurden. In 4 Fällen waren es Frauen.

Kasuistik:

Fall 1: ein Jahr Tetryl-Abfüller gewesen.

Er war schon des öfteren in ärztlicher Behandlung wegen Schwindelgefühl, Herzklopfen, Schweißausbruch. Er war nervös und aufgeregt und klagte über Schlaflosigkeit.

Seit seiner Beschäftigung mit Tetryl traten Atemnot, Juckreiz in der Nase, nächtliches Husten mit Schleimauswurf auf.

Die Leber war 2-3 QF verbreitert und indolent.

Fall 2: er war 3 Monate in der Tetryl-Abfüllung.

Seit 4 Wochen klagte er über Schwindelgefühl, häufiges Husten und Auswurf mit Blutbeimengung.

Die Tonsillen waren vergrößert und gerötet, die Zunge belegt, der Rachen gerötet.

Die Reaktion auf Heinzsche Innenkörper verlief positiv.

Fall 3: er war 6 Wochen mit der Abfüllung von Tetryl beschäftigt.

Er berichtete über Atembeschwerden, Juckreiz am Rumpf

und im Gesicht, nächtliches Husten, Appetitlosigkeit.
Der Rachen war gerötet.

Fall 4: nach vierwöchiger Beschäftigung mit Tetryl klagte sie über Husten und Atemnot und zeitweilig blutiges Nasensekret.

Im Nacken entwickelte sich ein juckender Hautausschlag.

Fall 5: ein Jahr Tetryl-Abfüller gewesen.

Er gab an, drei Monate an Schlaflosigkeit und viel Kopfschmerzen und Husten gelitten zu haben. Drei Wochen lang verspürte er immer wieder Brennen um die Augen herum.

Die Handflächen waren gelb verfärbt, der Rachen ist deutlich verschleimt.

Fall 6: 3 Monate Presser von Tetryl.

Er zeigte deutlich ein kleinfleckiges, juckendes Erythem im Gesicht und auf dem Handrücken. Die Tonsillen und der Rachen waren gerötet. Die Handflächen waren gelblich braun verfärbt.

Fall 7: sie war 2 Jahre mit verschiedenen Arbeiten im Betrieb beschäftigt.

Sie klagte über häufiges Schwindelgefühl, Kopfschmerzen, Hautausschlag am Rumpf und zeitweilig im Gesicht. Sie gab Kreislaufbeschwerden mit Druck und Stichen in der Herzgegend an.

Das Blutbild zeigte: Hb-Gehalt von 78 %
Erythrozyten 3,94 Mill./mm³

Eine sofortige Versetzung in einen anderen Betriebsteil wurde durchgeführt.

Fall 8: sie war 4 Wochen mit Tetrylabwiegen beschäftigt.

Ihre Beschwerden waren Obstipation, ein quälender Hustenreiz, Gesichtsakne. Beim Schneuzen bemerkte sie blutiges Sekret aus der Nase.

Das Blutbild zeigte eine Leukozytose mit toxischer Granulation (11 800 Leukozyten/mm³).

Ein sofortiger Arbeitsplatzwechsel wurde angeordnet.

Fall 9: sie war 3 Monate mit Tetrylabwiegen beschäftigt.

Sie klagte über Atemnot und Blutbeimengungen im Nasensekret.

Um Mund und Nase zeigte sie ein deutliches fleckförmiges Erythem.

Charakteristisch für diese Fälle waren der Juckreiz bzw. die Hauterscheinungen (in 6 Fällen), der mehr oder minder starke Hustenreiz (in 6 Fällen) und die Atembeschwerden (in 6 Fällen). Diese Erscheinungen an den Atmungsorganen legen die Vermutung nahe, daß eine Tetrylintoxikation auch asthmatische Erscheinungen hervorruft.

Auf Hexogenschädigungen hin wurden 34 Personen (21 Männer und 13 Frauen) untersucht.

Die Frauen waren mit dem Abwiegen von Hexogen mittels automatischer Waagen, bzw. mit der Kontrolle der abgewogenen Mengen beschäftigt.

Die Männer waren mit dem Abfüllen des Sprengstoffs und mit dem maschinellen bzw. halbautomatischen Einpressen in Geschoßkörper beschäftigt.

Zum größten Teil waren die Untersuchten beschwerdefrei.

Kasuistik:

12 Männer und 4 Frauen zeigten weder subjektive noch objektive Befunde, auch klinisch gab es keinen suspekten Befund für eine Hexogeneinwirkung.

4 Männer klagten über Kopfschmerzen, die in einer Schläfe lokalisiert zum Hinterkopf ausstrahlen. Davon berichtete einer noch über gleichzeitige Schulterschmerzen, einer über Schmerzen in der Lendenwirbelsäule und einer über verstärktes Auftreten der Kopfschmerzen bei Witterungswechsel.

In 3 Fällen wurden Verdauungsbeschwerden vorgebracht, wie Brechreiz unmittelbar nach dem Aufstehen am Morgen, zeitweiliger Druckschmerz am Mageneingang, Sodbrennen nach fetten Speisen. - In 5 Fällen gab man Beschwerden des Herz- und Kreislaufsystems an. Die Arbeiter klagten über Stiche und Druck in der Herzgegend, Schwindelgefühl, Flimmern und Schwarzwerden vor den Augen, Herzklopfen, leichte Erregbarkeit, unregelmäßigen Herzschlag.

Von diesen 5 Fällen mit Herz- und Kreislaufsensationen klagten 2 gleichzeitig über Kopfschmerzen und einer über Verdauungsbeschwerden. Durch eingehende Untersuchungen konnte klar erwiesen werden, daß, abgesehen von 3 Fällen, die Beschwerden mit einer Hexogeneinwirkung nicht in Zusammenhang gebracht werden können. Es gab Anhaltspunkte und objektive Befunde dafür, daß die Erscheinungen nicht toxisch bedingt waren.

In den 3 anderen Fällen gab es befundmäßig keine Erklärung für die Ursachen der Beschwerden, doch auch hier ist kein ursächlicher Zusammenhang mit einer hexogengefährdeten Tätigkeit eindeutig.

Von den untersuchten Frauen berichteten 6 über Beschwerden des Magen-Darm-Traktes, wie Magenschmerzen, Brechreiz, saures Aufstoßen nach dem Essen, Übelkeit und Schwindelgefühl nach dem Essen.

In 4 Fällen klagten sie über Herz- und Kreislaufbeschwerden, davon 2 gleichzeitig über Verdauungsbeschwerden. Es wurden Druckgefühl in der Herzgegend, Pelzigkeit der Finger, Schwindelgefühl, leichte Erregbarkeit, Schlaflosigkeit, Stiche in der Herzgegend angegeben.

In 3 Fällen wurde über Kopfschmerzen berichtet, zweimal davon gleichzeitig in Verbindung mit Kreislauf- und Verdauungsbeschwerden.

Weitere eingehende Untersuchungen ergaben, daß kein Zusammenhang der Beschwerden mit einer beruflichen Gefährdung durch Hexogen mit Zuverlässigkeit festgestellt werden kann. In den

4 Fällen der Herz- und Kreislaufbeschwerden konnten die Erscheinungen anamnestisch bereits vor Beginn der gefährdeten Erwerbstätigkeit beobachtet werden.

Auch in 3 anderen Fällen konnten klinisch deutliche Anzeichen anderen Ursprungs als durch eine Hexogeneinwirkung gefunden werden.

Alle 34 untersuchten Personen mit beruflicher Gefährdung durch Hexogen zeigten somit keine zuverlässigen Anhaltspunkte auf eine Einwirkung dieses Stoffes.

Der Urin war in keinem Falle pathologisch verändert. Die Blutbilder waren, von ganz vereinzelt vorkommenden Linksverschiebungen abgesehen, unauffällig.

Der Grund für dieses auf eine Hexogeneinwirkung hin so günstige Untersuchungsergebnis liegt offenbar in der Tatsache, daß die Staubentwicklung bei der Verarbeitung eindeutig gering ist, da es sich um ein Granulat handelt, weiters die Raumbelüftung durch mechanische Absaugungen an den Waagen, Füll- und Preßautomaten zusätzlich zu den Lüftungsclappen verbessert wurde und daß ein bereits phlegmatisiertes und so erfahrungsgemäß weniger giftiges Produkt verwendet wird. Bei der Verarbeitung phlegmatisierten Hexogens wurden gesundheitliche Schädigungen nicht beobachtet.

D. Untersuchungsergebnisse anderer Autoren und Vergleich mit eigenen Ergebnissen

In den Jahresberichten der Gewerbeaufsichts- und Bergbehörden für die einzelnen Bundesländer, die nach den Berichten der Staatlichen Gewerbeärzte der Bundesrepublik Deutschland gefertigt werden, finden sich genaue Zahlenangaben über die gemeldeten und anerkannten Erkrankungen durch die Stoffe, die als sog. "Listensstoffe" zu den meldepflichtigen Berufskrankheiten gehören.

So sind nach der 6. Verordnung im Abschnitt A unter Ziffer 5 "Erkrankungen durch Nitro- und Amidoverbindungen des Benzols oder seiner Homologen oder deren Abkömmlinge" das D i - und T r i - n i t r o t o l u o l und unter Ziffer 16 "Erkrankungen durch Salpetersäure-Ester" das N i t r o g l y z e r i n und das N i t r o g l y k o l Vertreter dieser Gruppen.

Die unten aufgeführten gemeldeten und anerkannten Erkrankungen kamen nun nicht alle in Sprengstoffabriken und Munitionszerlegungsanstalten vor, die Zahlen beziehen sich auch auf andere chemische und pharmazeutische Betriebe. Leider war eine Trennung bzw. Aufgliederung in Betriebssparten nicht durchgeführt. Doch ein großer

Teil der Meldungen dürfte aus Sprengstoffbetrieben stammen.

Gemeldete und anerkannte Erkrankungen durch aromatische Nitro- und Amidoverbindungen des Benzols oder seiner Homologen oder deren Abkömmlinge:

Bundesgebiet:

	1956	1957	1958	1959	1960	"14-Jahres-Summe" (1952-65)
Meldungen:	94	88	86	93	67	2093
Anerkennungen:	46	46	24	45	42	73

Davon in Bayern:

	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	
Meldungen:	7	9	7	5	4	3	4	
Anerkennungen:	2	1	2	3	4	-	-	

	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	
Meldungen:	5	1	3	1	3	3	2	
Anerkennungen:	1	1	2	-	1	-	2	

Den Meldungen stehen nur wenige Anerkennungen und noch weniger Entschädigungen gegenüber, weil Fehlmeldungen häufig sind, und vor allem, weil die meisten Erkrankungen in leichten, vorübergehenden Vergiftungen bestanden, die nicht mit längerer Arbeitsunfähigkeit verbunden waren.

Die meisten Erkrankungen waren unfallmäßig entstanden und leichter Natur, ohne Dauerfolgen zu hinterlassen. Leitsymptom war eine mehr oder weniger ausgeprägte Cyanose. Dazu traten verschiedentlich Dyspnoe, Tachypnoe, Bindehautreizungen, Kopfschmerzen, Müdigkeit, Übelkeit, Kreislaufschwäche, Gelbfärbung der Haare, der Nägel und der Handinnenflächen.

In schweren Fällen kam es zu Benommenheit, hämorrhagischer

Cystitis, Harnblasenpapillom. In einem Fall verursachte der Umgang mit TNT eine Leberschrumpfung, die schließlich zum Tode führte.

Gemeldete und anerkannte Erkrankungen durch Salpetersäure-Estoffe

Bundesgebiet:

	1956	1957	1958	1959	1960	"14-Jahres-Summe" (1952-65)
Meldungen:	2	9	1	5	3	148
Anerkennungen:	2	2	-	1	-	18
Todesfälle:	-	-	-	-	-	12

Davon in Bayern:

	1951	1952	1953	1954
Meldungen:	2	6	14	19
Anerkennungen:	1	-	1	2

Bis 1965 lag keine Meldung mehr vor !

Nach Symanski (1961) sind in Deutschland eine Anzahl gewerbliche Erkrankungen und auch neun Todesfälle bekannt geworden, die auf Nitroglyzerin- oder Nitroglykoleinwirkungen zurückgehen.

U. Hilbert (1965) beschreibt nach Groß in "Erkrankungs- und Todesfälle durch gewerbliche Vergiftung mit nitroglykolhaltigen Sprengstoffen" 13 Todesfälle im Zeitraum von 1949 - 1963 und acht Erkrankungsfälle zwischen 1951 und 1960, die eindeutig auf eine Nitroglykoleinwirkung zurückgehen. Die Fälle zeigen gemeinsam das typische Bild der Nitroglykol-Vergiftung:

Akuter Herztod (in 13 Fällen) nach vorausgegangenen angina-pectorisähnlichen Anfällen (bei 9 Arbeitern).

Hinzu kommt das charakteristische Auftreten der Todesfälle nach einer durchschnittlichen Arbeitsunterbrechung von 2,4 Tagen nach der Wochenendpause (in 11 Fällen). Der Tod trat vor Wiederbeginn der Arbeit in den Morgenstunden ein ("Montagskrankheit!").

Aus anderen Ländern sind höhere Zahlen bekannt. Groß berichtet von 37 Todesfällen durch Nitroglykol in den USA in einem Zeitraum von 1926 bis 1936. Wahrscheinliche Ursachen für diese Fälle waren die höhere Temperatur, evtl. Alkoholabusus, unzureichende Absaugvorrichtungen, Akkordarbeit.

Hexogenerkrankungen fallen nicht unter die meldepflichtigen Berufskrankheiten. So ist ihre Erfassung schwierig, da auch keine Überwachungsuntersuchungen durchgeführt werden müssen.

Von 1937 bis 1942 kam es in sechs verschiedenen deutschen Betrieben zu insgesamt 73 Krankheitsfällen aufgrund einer Vergiftung mit Hexogen.

In Italien wurde von 1938 - 1941 aus sieben Fabriken von 13 Erkrankungen berichtet.

Charakteristisch für alle diese Erkrankungsfälle waren: Kopfschmerzen, Magenbeschwerden, Schwindelgefühl, Bewußtlosigkeit, kurzdauernde Krämpfe, Erbrechen, Besserung nach Erbrechen.

Groß berichtet 1942 noch von 5 Fällen, die die gleichen Erscheinungen zeigten.

Wirklich ernsthafte Erkrankungen durch Tetryl-Intoxikation sind selten, lästig finden die meisten Beschäftigten die auftretenden Hauterscheinungen.

T. Bonenti (Italien) beschreibt in "Berufskrankheiten durch Tetryl" 203 Fälle. Dabei traten am häufigsten folgende Symptome auf: Gelbe Hautverfärbung an den Handtellern (bei allen Personen), Juckreiz im Gesicht (bei 33 %). Gelegentlich echte Dermatiden mit Erythem- und Bläschenbildung, Kopfschmerzen und Appetitlosigkeit.

Auch Vergiftungen mit Tetryl gehören nicht zu den meldepflichtigen Berufskrankheiten und Beschäftigte, die mit Tetryl umgehen, unterliegen keiner Überwachungsuntersuchung.

Beim Umgang mit so gefährlichen Substanzen, wie sie in den oben beschriebenen Sprengstoffbetrieben verwendet werden, müßte man eigentlich eine stärkere Gesundheitsschädigung der Beschäftigten und eine höhere Erkrankungszahl erwarten. Zu diesem Schluß führen die niedrigen MAK-Werte der Stoffe, die sie als äußerst gefährlich kennzeichnen. Dafür sprechen die in der Literatur angeführten Erkrankungs- und Todesfälle und schließlich überhaupt die Symptomatologie dieser Vergiftungen.

Wenn aus den beiden Sprengstoffbetrieben so erfreulich niedrige Zahlen von Erkrankungen vorliegen, gründet sich das einerseits auf die heute allgemein guten technischen Schutzmaßnahmen und die Reinheit der technischen Produkte, andererseits auf die wirksame Gesundheitssicherung durch die ärztliche Überwachung. Das darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß durch die Fluktuation der Arbeiter (in dem einen Betrieb sind allein 60 % Gastarbeiter beschäftigt), weiter durch Umsetzung bzw. Versetzung an andere Arbeitsplätze oder Betriebsteile, nicht zuletzt auch durch eine gewisse Gewöhnung der Beschäftigten solch günstige Ergebnisse zustande kommen.

Die Forderungen und Vorschriften des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, des Betriebs- und Gefahrenschutzes, die ständige Verbesserung der Betriebsanlagen, die zunehmende Mechanisierung und Automatisierung schützen aber den Werktätigen heute weitgehend vor Gefährdungen und Schädigungen.

Durch die ärztliche Überwachung werden frühzeitig eventuell auftretende Schädigungen festgestellt und einer rechtzeitigen Behandlung zugeführt. Gefährdungsmöglichkeiten an bestimmten Arbeitsplätzen und Mängel in der Arbeitsweise werden aufgedeckt. Dadurch wird zur Beseitigung dieser besonderen Gefahrenquellen und zur Verbesserung des Produktionsprozesses beigetragen. So können ernsthafte Erkrankungen oder gar Todesfälle beim Umgang mit diesen Substanzen weitgehend vermieden werden.

Auftretende Erkrankungen sind aber vielfach auf den einzelnen Arbeiter selbst zurückzuführen, wenn er nicht die nötige Sorgfalt und Pflichtauffassung, Arbeitsdisziplin und das Verantwortungsbewußtsein aufbringt und die gebotenen Vorschriften und die gegebenen

Schutzmaßnahmen nicht so nützt, wie es der Umgang mit Substanzen von so deutlich toxischer Wirkung erfordert.

E. Zusammenfassung

Die Probleme und Schwierigkeiten einer wirksamen Prophylaxe von beruflich verursachten Gesundheitsschäden bei der Sprengstoffherstellung sind in den letzten Jahrzehnten mehrfach aktuell geworden.

Während des Ersten Weltkrieges verdeutlichten zahlreiche Vergiftungsfälle die toxische Wirkung der Sprengstoffe und führten zu einer Klassifizierung.

Mit Ausbruch des Zweiten Weltkrieges stieg die Zahl der Vergiftungs- und Todesfälle in der Sprengstoffindustrie wieder an. Man suchte energisch nach geeigneten Sicherheits- und Schutzmaßnahmen für die Beschäftigten.

Am Beispiel eines Herstellungsbetriebes, in dem ich mehrere Monate arbeitete, und eines Weiterverarbeitungsbetriebes, den ich durch Besichtigungen mit dem Staatlichen Gewerbearzt kennenlernte, wird näher auf die Sprengstoffherstellung mit all ihren gesundheitlichen Problemen für den hier tätigen Menschen eingegangen.

Die hergestellten Sprengmittel und die Chemie der verwendeten Substanzen werden beschrieben. Es folgt die Untersuchung der Toxikologie dieser Stoffe. Damit zeigen sich auch die Gefährdungsmöglichkeiten durch die angeführten aromatischen Nitro- und Amidoverbindungen Di- und Trinitrotoluol und die organischen Salpetersäureester Nitroglyzerin und Nitroglykol sowie von Tetryl und Hexogen auf.

Es schließt sich eine Übersicht der Vorsichts- und Sicherheitsmaßnahmen zur Ausschaltung dieser Gefährdungsmomente an. Die Sicherheits-, Unfall- und Gesundheitsvorschriften werden im einzelnen diskutiert. Erkrankungsfälle lassen sich aber dennoch nicht vermeiden.

Die Gesundheitsgefährdungen bzw. die aufgetretenen Erkrankungen in zehn Arbeitsjahren, von 1957 bis 1966, wurden anhand der Unterlagen von ärztlichen Untersuchungsergebnissen ausgewertet. Es folgt ein Vergleich mit Vergiftungsfällen durch die erwähnten Sprengstoffe, die verschiedene Autoren anderweitig erarbeitet und publiziert haben.

Aus meinen Untersuchungen resultiert ein relativ gutes Ergebnis hinsichtlich gewerblicher Erkrankungen in den beiden beschriebenen Betrieben. Als Ursache sind der Fortschritt des technischen und medizinischen Arbeitsschutzes und die erfolgreiche Gesundheitssicherung durch die ärztliche Überwachung anzusehen. Regelmäßige betriebsärztliche Untersuchungen und die Arbeiterauslese, verbunden mit der Verwendung von einwandfreiem technischen Material sind Grundlage für eine wirksame Prophylaxe gegen Intoxikationen bei der Sprengstoffherstellung.

L i t e r a t u r n a c h w e i s

- Baader, E.W.: "Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin", Urban u. Schwarzenberg, Berlin-München, 1961
- Berković, M.: "Die Vervollkommnung der Sicherheit in Nitroglyzerin-Fabriken", Zbl. f. Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz, Bd. 16, 1966, S. 279
- Berthmann, A.: "Explosivstoffe", C. Hanser, München, 1960
- Großdorfer, K.: "Zur Frage der Berufskrankheiten in der Sprengstoffindustrie", in Explosivstoffe Nr. 9, 1957, S. 199 - 202
- Henglein, F.A.: "Grundriß der chemischen Technik", Verlag Chemie Weinheim, 1963
- Hilbert, U.: Diss. "Erkrankungs- und Todesfälle durch gewerbliche Vergiftung mit nitroglykolhaltigen Sprengstoffen", 1966
- Koelsch, Fr.: "Lehrbuch der Arbeitsmedizin", Bd. I und II, F. Enke, Stuttgart, 1966
- Koelsch, Fr.: "Handbuch der Berufskrankheiten", VEB. Fischer, Jena, 1959
- Koelsch, Fr.: Sonderdrucke:
"Die Giftigkeit der aromatischen Nitroverbindungen", Münchener med. Wochenschrift, 1917, Nr. 30, S. 965-969
- Koelsch, Fr.: "Beiträge zur Toxikologie der aromatischen Nitroverbindungen", Zbl. f. Gew.-Hyg., Juli 1917
- Koelsch, Fr.: "Gewerbliche Schädigungen durch Benzol und seine Nitro-Abkömmlinge", Jahreskurse für ärztliche Fortbildung, IX, 1918
- Koelsch, Fr.: "Krankheitsbilder und Todesursachen bei Dinitrobenzol-Arbeitern", Ärztliche Sachverständigen-Zeitung, Nr. 18, 1918
- Koelsch, Fr.: "Über den Nachweis des Dinitrobenzols in Harn, Blut und Organen", Zbl. f. Gew.-Hyg., Nov. 1918, S. 195-198
- Koelsch, Fr.: Sonderdrucke:
"Vergiftungen durch Trinitrotoluol in England und in Deutschland", Zbl. f. Gew.-Hyg., Januar - Mai 1918

- Koelsch, Fr.: "Gewerbehygienische Erfahrungen aus der bayerischen Rüstungsindustrie", in Öffentliche Gesundheitspflege, 1918, S. 257 - 280
- Koelsch, Fr.: "Gewerbehygienische Erfahrungen aus der feindlichen Rüstungsindustrie", in Öffentliche Gesundheitspflege, Nr. 5, 1918, S. 153 - 169
- Koelsch, Fr.: "Über die Giftigkeit der Pikrinsäure", Zbl. f. Gew.-Hyg., Nov.-Dez. 1919
- Koelsch, Fr.: "Beiträge zur Giftigkeit der aromatischen Nitroverbindungen: Das Dinitrophenol", Zbl. f. Gew.-Hyg. u. Unfallverhütung, Heft 8 1927, S. 261 - 268
- Koelsch, Fr.: "Gesundheitsschutz in der Sprengstoff-industrie", Jahreskurse für ärztl. Fortbildung, Heft 9, 1941, S. 10 - 19
- Kötzing, K.: "Die bei der Herstellung von Sprengstoffen auftretenden Gesundheitsgefährdungen" in "Der deutsche Militärarzt", Heft 5, Mai 1938
- Lazari, F. : "Automation als Sicherheitsfaktor in der Sprengstoffherstellung", Zbl. f. Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz, Bd. 14, 1964, S. 51
- Lederer, E. und Bühlmeyer, G.: "Die gewerblichen Vergiftungen in Bayern", Jahresberichte der Gewerbeaufsichts- und Bergbehörden des Landes Bayern für das Jahr 1958
- Moeschlin, S.: "Klinik und Therapie der Vergiftungen", Thieme, Stuttgart, 1952
- Ost-Rassow: "Lehrbuch der chemischen Technologie", Barth, Leipzig, 1955
- Parmeggiani, L.: "Die chronische Nitroglykolvergiftung", Zbl. f. Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz, Bd. 15, 1965, S. 254
- Pessiack, H.: "Sicherheit in Sprengstoffbetrieben", Chemische Zeitung 1957, S. 521
- Prause, H. J.: "Die Arbeitsschutztechnik bei der Herstellung und Verarbeitung chemischer Erzeugnisse" VEB Technik Berlin, 1959
- Römpp, H.: "Chemie-Lexikon", Franckhsche Verlagshandlung Stuttgart
- Stettbacher, A.: "Sprengstoffe und Schießstoffe", Rascher, Zürich, 1948

- Urbanski, T.: "Chemie und Technologie der Explosivstoffe", VEB-Verlag Leipzig, 1964
- Vogel, W.: "Über Hexogenvergiftungen beim Menschen", Zentralblatt für Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz Nr. 3, 1951, S. 51
- Vogel, W.: "Über die physiologische Wirkung flüchtiger Salpetersäureester" in "Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsschutz", Bd. 2: "Staube, Gase, Dämpfe", Steinkopff Darmstadt, 1954
- Wagner, R. und Körner, O.: "Die geschichtliche Entwicklung der entschädigungspflichtigen Berufskrankheiten mit statistischen Zusammenstellungen aus den Jahren 1925-1966" in ArbSch. Nr. 12, 1967, S. 273-284
- Wasag-Chemie AG.: "Explosivstoffe", Essen, 1961
- "Kleine Enzyklopädie: Technik", Vier Falken Berchtesgaden, 1957
- "Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie", Urban u. Schwarzenberg, München-Berlin, 1963
- "Aktenvermerk über die Tagung der Fabrikärzte aus der Sprengstoffindustrie in Krümmel am 4. und 5. Dezember 1940"
- Sonderdrucke aus dem Reichsblatt 1941, Nr. 4 (R A Bl. I 75/80, Nr. 4 vom 20.1.1941)
- "Erlaß, betr. Gesundheitsschutz der Arbeiter in der Sprengstoffindustrie nebst Richtlinien für den Gesundheitsschutz der Gefolgschaftsmitglieder in der Sprengstoffindustrie".
- "Arbeitsmedizinische Erkenntnisse und Erfahrungen nach den Berichten der Staatlichen Gewerbeärzte der Bundesrepublik Deutschland über die Jahre 1952, 1953, 1954", Köllen-Verlag Bonn, 1957
- Jahresberichte der Gewerbeaufsichts- und Bergbehörden des Landes Bayern für die Jahre 1952-1965
- Jahresberichte der Gewerbeaufsichtsämter der einzelnen Bundesländer von 1956-1960

A N H A N G

Sicherheits-Merkblatt für Sprengstoffarbeiter

A. Allgemeine Regeln

1. Alle Vorschriften bei sämtlichen Arbeiten genauestens befolgen. Klare, im Zweifelsfalle schriftliche Vorschriften und Arbeitsanweisungen verlangen.

2. Zum Schutz des eigenen und des Lebens der Mitarbeiter größte Vorsicht und Aufmerksamkeit anwenden. Ablenkende Unterhaltung, Spielereien und Neckereien unterlassen.

3. Ungewöhnliche, wenn auch geringfügige Umstände, wie ungewohnte Geräusche und Gerüche, verändertes

Aussehen und abweichendes Verhalten der verarbeiteten Stoffe und der Maschinen, Unwohlsein, Erkrankungen, leichtsinnige Handlungen, Trunkenheit anderer usw., dem Betriebsleiter oder Meister sofort melden.

4. Auf Ordnung und Sauberkeit halten.

5. Keine mit gefährlichen Sprengstoffen verunreinigte Kleidung tragen.

B. Beim Arbeitsbeginn

1. Vorschriftsmäßige Arbeitskleider und Schuhe (Filzschuhe, Lederschuhe ohne eiserne Nägel) anlegen.

2. Keine Schuhe mit hohen Absätzen tragen. Bei Arbeiten mit Chloraten oder ähnlichen reibungsempfindlichen Stoffen ist nur leicht abstreifbares Schuhwerk zu tragen.

3. Vor dem Betreten der Arbeitsräume Schuhe reinigen. Bei Vorschrift Schuhe wechseln.

4. Kein Feuerzeug, keine Streichhölzer oder Rauchmaterialien, keine Schlüssel oder Gegenstände aus Glas, Stein, Porzellan oder Eisen in den Betrieb mitbringen.

5. Keinen Schmuck (Ringe, Armbänder, Kopfschmuck) oder Gegenstände aus Zellhorn tragen.

6. Feststellen, ob Maschinen (Schmierung und Gang), Arbeitsgeräte, Werkzeuge, Sicherheits- und Schutzvorrichtungen, elektrische Licht- und Signalanlagen, Notbeleuchtung in Ordnung sind. Mängel melden.

7. Prüfen, ob Manometer, Thermometer und Meßvorrichtungen in Ordnung sind. Selbsttätige Ausrückvorrichtungen auf sicheres Arbeiten prüfen.

8. Bei trockener Witterung, wo erforderlich (z. B. in Schwarzpulverfabriken), die Umgebung der Arbeitsgebäude anfeuchten und feucht halten.

C. Während der Arbeit

1. Auf den Wegen rechts gehen. Nicht Gruppen bilden.

2. Unbefugt keine Betriebsräume betreten.

3. Zu- und Abträger nicht unnötig in Räumen verweilen.

4. Nur die übertragene Arbeit ausführen.

5. Keine Gegenstände auf Heizkörper legen! Keine Packgefäße oder entzündliche Gegenstände in der Nähe der Heizkörper abstellen.

6. Heizkörper, Dampfleitungen, Beleuchtungskörper usw. von Spreng- und Zündstoffstaub freihalten.

7. Aufwirbeln von Staub vermeiden.

8. Gebrauchte Putzwolle in dem vorgeschriebenen Behälter außerhalb des Gebäudes aufbewahren.

9. Mit Sprengstoff behaftete Schwämme, Putzlappen oder dgl. nach Vorschrift behandeln.

10. Unnötige Ansammlung von Sprengstoffen am Arbeitsplatz oder im Arbeitsraum vermeiden. Zulässige Mengen nicht überschreiten.

11. Verbotene Geräte oder Werkzeuge nicht vorrätig halten oder benutzen.

12. Laufende Maschinen nicht ohne Aufsicht lassen.

13. Wenn Vorschrift es gebietet, Arbeitsraum beim Gang der Maschinen nicht betreten.

14. Maschinen bei Unregelmäßigkeiten oder Stromunterbrechung ausrücken.

15. Elektrische Lampen nur bei stromloser Zuleitung ein- und ausschrauben.

16. Hähne, bewegte Teile an Apparaten und Maschinen ausreichend, aber nur mit den zulässigen Schmiermitteln, schmieren. Hähne nicht gewaltsam öffnen oder schließen.

17. Undichtigkeiten an Rohrleitungen oder Apparaten melden.

18. Türen und Fenster bei Wind schließen.

19. Vorgeschriebene Temperaturen und Drücke nicht über- oder unterschreiten.

20. Zum Schutz gegen Gase, Dämpfe, giftige und ätzende Stoffe Gas- und Staubmasken, Schutzbrillen, Schutzhandschuhe usw. nach Vorschrift benutzen, sorgsam behandeln und instand halten. Mängel bei nicht ordnungsmäßigem Zustand melden.

21. Speisen und Getränke, sofern nicht ausdrücklich zugelassen, nicht in den Arbeitsräumen einnehmen. Keine alkoholischen Getränke vor und während der Arbeit genießen, nicht rauchen, nicht lärmern.

D. Reinigungs- und Ausbesserungsarbeiten

1. Verschlütteten Sprengstoff nach der Anweisung sofort beseitigen. Vorgesetzten vorher benachrichtigen, wenn es die Vorschriften verlangen.

2. Apparate, Maschinen, Rohrleitungen und sonstige Einrichtungsgegenstände, auch Werkzeuge und Holzteile, an denen Sprengstoff haftet, nur nach Anweisung des Betriebsleiters reinigen, bearbeiten oder vernichten, harte Schläge vermeiden.

3. Beseitigung von Störungen (Verstopfungen von Hähnen und Rohrleitungen usw.). Ausbesserungen, z. B.

Nachziehen von Flanschen usw., nicht eigenmächtig, sondern nur nach Anweisung des Vorgesetzten vornehmen! Nötigenfalls sämtliche Sprengstoffe aus dem Raum schaffen. Ausbesserung erst nach gründlicher Reinigung und nötigenfalls nach Anfeuchtung der Umgebung der Ausbesserungsstelle vornehmen. Mit der Ausbesserung nicht Beschäftigte aus dem Gebäude weisen. Benutzte Geräte und Werkzeuge nicht in den Arbeitsräumen liegenlassen.

E. Transport

1. Bei Beförderung von Sprengstoffen in andere Gebäude Gefäße bedeckt halten.

2. Nur die vorgeschriebenen Pack- und Transportgefäße gebrauchen. Beschädigte Gefäße nicht benutzen.

3. Mit Sand, Erde und dgl. beschmutzte Gefäße vor dem Hineinbringen in die Arbeitsräume reinigen.

4. Gefäße tragen oder fahren, nicht schieben, scharren, ziehen oder werfen.

5. Sprengstofflager nach Beendigung der Beförderungsarbeit sofort wieder verschließen.

6. In Lagern keine Kisten öffnen oder zunageln, keine Reifen an Fässern anziehen und keine sonstigen Arbeiten an den Packgefäßen vornehmen. Im Vorraum nur Arbeiten bei geschlossener Verbindungstür ausführen.

7. Verkehrswege und Ausgänge der Arbeitsräume freihalten. Wagen mit Sprengstoff nicht vor den Eingängen aufstellen. Schnee und Glatteis beseitigen. Verwendung von Sand, Schlacke und dgl. dabei meiden.

F. Beim Arbeitsschluß

1. Beim Schichtwechsel dem Ablöser ordnungsmäßig den Betrieb übergeben oder von etwaigen Unregelmäßigkeiten Mitteilung machen.
2. Sprengstoffe aus den Arbeitsräumen, in denen dies vorgeschrieben ist, in die dazu bestimmten Räume bringen.
3. Arbeitsraum, Maschinen, Geräte, Läufer, Decken, Schutzmittel usw. nach Vorschrift reinigen, Ölige Putzwolle und Sprengstoffabfälle aus dem Betrieb entfernen.
5. Elektrische Leitungen abschalten. Gashähne schließen.
6. Türen schließen.
7. Kleidung vom Staub reinigen.
8. Kleider wechseln.

G. Beim Ausbruch von Bränden, bei Explosionsgefahr, bei Explosionen und bei Vergiftungsgefahr

1. Durch rasches und energisches Eingreifen unter Zuhilfenahme der zur Verfügung stehenden Löschgeräte (Berieselungsapparate, Handfeuerlöscher, am Hydranten angelegte Schlauchleitungen) versuchen, kleine Brände zu ersticken.
2. Falls der Löschversuch zu gefährlich erscheint, den Raum durch den nächstliegenden Ausgang verlassen.
3. Feuerwehr alarmieren. (Jeder Arbeiter muß den nächsten Feuermelder kennen.)
4. Betriebsleiter und Meister benachrichtigen.
5. Wege für die Feuerwehr von Kisten, Fahrzeugen und Geräten freimachen.
6. Anweisungen zunächst der Vorgesetzten, dann nach dem Eintreffen des Leiters der Feuerwehr dessen Anordnungen genau befolgen.
7. Löschversuche an brennenden Gebäuden mit Explosionsgefahr nur auf besonderen Befehl ausführen. Bei Kleider- oder Schuhbränden sofort in die außerhalb der Betriebsgebäude befindlichen Wasserbecken springen (Chloratbetriebe).
8. Bei Nichtbeteiligung an den Löscharbeiten der Brand-, Explosions- oder vergasteten Stätte fernbleiben.
9. Vergaste Räume oder Arbeitsstellen nur mit geeigneten Atemschutzgeräten betreten.
10. Vor der Benutzung die Atemschutzgeräte auf Dichtigkeit und festes Anliegen prüfen.
11. Beim Ertönen des Alarmzeichens und — wenn nicht die Weiterarbeit vorgeschrieben ist — in Betrieben mit Explosionsgefahr auch beim Herannahen eines Gewitters die Arbeitsstätte verlassen. Die von der Betriebsleitung vorher bestimmten Räume und Deckungen aufsuchen.
12. Wiederaufnahme der Arbeit erst nach Anweisung.

" R i c h t l i n i e n
z u r
V e r h ü t u n g v o n G e s u n d h e i t s -
s c h ä d i g u n g e n
d u r c h
N i t r o g l y k o l "

herausgegeben von der Berufsgenossenschaft der
chemischen Industrie

1.) Betriebseinrichtungen

- a) Die Herstellung des Nitroglykols und seine Verarbeitung zu Sprengstoff ist so durchzuführen, daß die Arbeiter möglichst wenig mit Nitroglykol in Berührung kommen.
- b) Durch geschlossene Apparaturen, abgedeckte Behälter, gute Durchlüftung usw. ist dafür zu sorgen, daß möglichst keine Nitroglykoldämpfe in den Arbeitsraum austreten können.

2.) Schutzkleidung

- a) Den Arbeitern, die mit Nitroglykol oder nitroglykolhaltigen Sprengstoffen in Berührung kommen, sind geeignete Schutzmittel, z.B. Handschuhe, Hautschutzmittel zur Verfügung zu stellen. Handschuhe sind regelmäßig zu wechseln und dürfen nur nach gründlicher Reinigung wiederverwendet werden. Handschuhe, die innen verschmutzt sind, dürfen nicht getragen werden.
- b) Den Ölfahrern, Mischern und Patronierern ist außerdem Arbeitskleidung und Unterwäsche zur Verfügung zu stellen; die Oberkleidung ist mindestens zweimal wöchentlich, die Unterwäsche mindestens einmal wöchentlich zu wechseln; sie darf nur nach gründlicher Reinigung wiederverwendet werden.

3.) Körperreinigung

Die Arbeiter, die mit Nitroglykol und nitroglykolhaltigen Sprengstoffen in Berührung kommen, haben sich vor dem Essen Hände und Gesicht zu waschen. Nach Beendigung der Arbeit hat jeder zu brausen und sich dabei gründlich zu reinigen.

Die Errichtung von Schwarz-Weiß-Waschkannen ist anzustreben.

4.) Ärztliche Untersuchungen

Die Arbeiter, die mit Nitroglykol und nitroglykolhaltigen Sprengstoffen in Berührung kommen, müssen vor ihrer Einstellung und während ihres Arbeitsverhältnisses ärztlich untersucht werden.

Monatliche Blutdruck- und Puls-Messungen

Firma: _____

—Arztabteilung—

Name: _____

geb.: _____

Wohnort: _____

Arbeitsplatz: _____

1 RR P	2 RR P	3 RR P	4 RR P
5 RR P	6 RR P	7 RR P	8 RR P
9 RR P	10 RR P	11 RR P	12 RR P
13 RR P	14 RR P	15 RR P	16 RR P
17 RR P	18 RR P	19 RR P	20 RR P
21 RR P	22 RR P	23 RR P	24 RR P
25 RR P	26 RR P	27 RR P	28 RR P
29 RR P	30 RR P	31 RR P	32 RR P
33 RR P	34 RR P	35 RR P	36 RR P

Aa, Me, Ea, Ae, Ma, Ee = Der erste (große) Buchstabe bedeutet die Wochenzeit, d. h. Anfang, Mitte und Ende der Woche;
der zweite (kleine) Buchstabe die Schichtzeit — Anfang und Ende der Arbeitszeit.

Beispiel: Untersuchung am Anfang der Woche, z. B. Montag, den 25. 9. 61, vor Arbeitsbeginn,

1	RR	120/70	Aa
25.9.	P	88	
1961			

Untersuchung in der Mitte der Woche, z. B. Mittwoch, den 25. 10. 61, nach der Arbeit.

2	RR	135/95	Me
25.10.	P	92	
1961			

Lebenslauf

Als Sohn des Polizeihauptmeisters Johann Rauh und seiner Frau Paula, geb. Krichenbauer wurde ich am 24. Januar 1941 zu Neumarkt in der Oberpfalz geboren.

Von 1947 bis 1951 besuchte ich in Neumarkt die Volksschule und anschließend ab 1951 die Oberrealschule, wo ich im Juli 1960 die Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1960/61 begann ich das Studium der Chemie an der Friedrich-Alexander-Universität zu Erlangen. Nach einem Krankenhausaufenthalt anlässlich eines Sportunfalls im Herbst 1961 wechselte ich das Studienfach und studierte ab Wintersemester 1961/62 Medizin. Nach dem Wintersemester 1964/65 legte ich in Erlangen die ärztliche Vorprüfung ab.

Nach sechs klinischen Semestern in Wien und Erlangen bestand ich hier Ende Juli 1968 das medizinische Staatsexamen.

Neumarkt, den 3. Juli 1968

Manfred Rauh

Offsetdruck - Fotodruck

Josef Hög

8520 Erlangen, Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz.) Tel. 22990

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 852 Erlangen, Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
